

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202192478 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2022.06.20

(22) Дата подачи заявки  
2020.03.08

(51) Int. Cl. C08F 2/58 (2006.01)  
C08F 2/01 (2006.01)  
C08G 85/00 (2006.01)  
C25B 3/00 (2021.01)

(54) ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРОВ

(31) 62/815,574

(32) 2019.03.08

(33) US

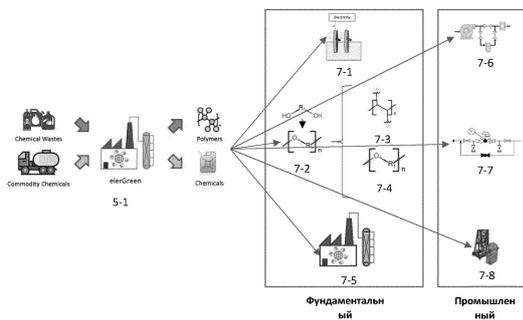
(86) PCT/MY2020/050012

(87) WO 2020/185065 2020.09.17

(71)(72) Заявитель и изобретатель:  
ХОЭ ХУЭЙ ХУАН; ХОЭ ХУЭЙ МИН  
(MY)

(74) Представитель:  
Нилова М.И. (RU)

(57) Описан новый процесс производства полимеров, часто с использованием топлива/химикатов в качестве побочных продуктов. Изобретение состоит из устройства, аддитивной полимеризации, конденсационной полимеризации, процесса с трубопроводом, контроля и процедуры. Устройство представляет собой механическую конструкцию для непрерывного удаления твердого осадка, проводящего или нет, на поверхности электрода. Помимо преодоления ограничения электрохимического производства полимеров, когда продукты блокируют электрод от дальнейшей работы, устройство обеспечивает более дешевую работу электрометаллургии для сбора ценных металлов, образующихся на электроде. Новый процесс позволяет модернизировать традиционный процесс производства полимеров путем замены обычного реактора на электрохимический реактор, что позволяет быстро и недорого осуществить его. Новые реакции состоят из реакции присоединения для получения полимеров присоединения; и межмолекулярной реакции для получения классов конденсационных полимеров. Кластеры изобретения позволяют производить ценные полимеры и химикаты по низкой цене при более мягких условиях и более дешевом оборудовании, при этом позволяя использовать альтернативное сырье, особенно химические отходы, для дальнейших экологических и экономических выгод.



A1

202192478

202192478

A1

## Электрохимическое производство полимеров

### Техническая область

Техническая область в целом относится к способам производства полимеров и химических соединений. В частности, она включает в себя конструкцию электрохимического устройства, аддитивную полимеризацию, конденсационную полимеризацию и согласованный химический процесс, конкретную реализацию процесса, метод управления процессом и процедуру эксплуатации.

### Справочная информация

Традиционное производство 1-8 полимеров состоит из подачи 1-6 реактивов для смешивания и отправки в 1-2 традиционный реактор, где реакции происходят с применением высокого 1-11 тепла и 1-12 давления, как показано на рисунке 1. Полимер 1- 8 образуется в виде твердой суспензии и отделяется от жидкой фазы для промывки и дальнейшей обработки, а остаточные реагенты извлекаются для получения любого ценного побочного продукта. Например, непрерывное производство поли лактида из молочной кислоты [1], которое предполагает использование 1-13 катализатора для полимеризации в сочетании с удалением воды или растворителя-носителя. С другой стороны, производство полиэтилена [2] предполагает использование катализатора 1-13, состоящего из алюминия и соединений переходных металлов, для получения полимера 1- 8 в реакторе полимеризации с последующей системой регенерации полимера и растворителя.

Однако конструктивный недостаток традиционного производства полимеров 1-8 заключается в том, что оно требует использования высокой температуры 1-11 и давления 1-12, а также часто предполагает использование опасных реагентов, таких как бисфосген, и дорогостоящих катализаторов 1-13. Например, процесс производства 1-8 полимеров [3] использует нагрев для стимулирования конденсационной полимеризации между ароматической дикарбоновой кислотой, диацетатом 2,2-бис(4-гидроксифенил)пропана (также известного как "6-2 Бисфенол А") и ацетатом п-гидрокс бензойной кислоты. Тем не менее, этот показатель можно улучшить, поскольку реакция полимеризации принципиально не является энергоемкой. С точки зрения

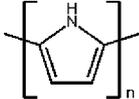
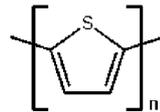
общего механизма кинетики реакции полимеризации, представленного на рисунке 2, скорость реакции в основном ограничена кинетическим бутылочным горлышком для 2-1 инициирования, что привело к такому высокому 1-11 теплу и 1-12 давлению, в то время как остальные этапы реакции включают 2-2 этап распространения и 2-3 этап прекращения, которые происходят быстро для принципиально низких энергетических требований.

В качестве альтернативы реакция полимеризации может протекать с использованием электричества вместо тепла. Такая альтернатива, электрохимическая реакция, включает в себя подключение электрического питания к электродам, погруженным в 1-7 электролит, как показано на рисунке 3. Электролит 1-7 обычно представляет собой проводящую жидкую смесь 1-6 реактивов, в которой присутствуют 6-6 проводящие ионы, но может быть и проводящая 30-6 мембрана, пропитанная жидкой смесью 1-6 реактивов. Электрод состоит из проводящего материала, на поверхности которого происходят электрохимические реакции; электрод, подключенный к положительному полюсу источника питания, называется анодом, на котором происходят реакции окисления, а электрод, подключенный к отрицательному полюсу источника питания, называется катодом, на котором происходят реакции восстановления. Хотя для протекания реакции — это не обязательно, третий электрод, называемый электродом сравнения, часто включают для обеспечения измерения напряжения на электроде сравнения.

Когда в результате электрохимической реакции образуются твердые продукты, они имеют тенденцию прилипать к поверхности электрода в виде 3-5 твердого осадка, который часто требует 9-8 удаления твердого осадка для поддержания работоспособности электрохимической ячейки. 9-8 Удаление твердых частиц с электрода представляет интерес, так как имеет применение в электрохимической металлургии и батареях, где металлы, представляющие интерес, образуются в виде 3-5 твердых отложений на электроде и должны быть восстановлены/изолированы для дальнейшей 1-4 обработки. Обычно для металлических изделий твердые отложения 3-5 могут быть удалены вручную, в то время как некоторые роботизированные системы [4] также были разработаны для удаления металлических твердых отложений 3-5, нанесенных на 3-3 катод, имитируя движения человеческой руки, особенно в горнодобывающей промышленности, например, на электрофилтрах. Твердый осадок 9-8 также снимается механически в партиях осажденных листов, организованных в производственную линию, в процессах восстановления металлов, таких как восстановление цинка [5].

Однако такая электрохимическая полимеризация была ограничена нишей проводящих 1-8 полимеров, таких как поли пирролы и политиофены. Например, поли пирролы или их производные были получены электрохимическим способом [6] в виде осадков из мономеров в присутствии 6-6 проводящих ионов, таких как 68-3 растворенная соль, подключенных к электрической сети. Аналогом является электрохимическое получение политиофены или его замещенных производных [7] в условиях неводного органического растворителя и приложенного электрохимического потенциала, особенно более экономичным и энергия эффективным способом. В принципе, полимер 1-8 для электрохимического производства ограничен несколькими типами полимеров 1-8, которые имеют ненасыщенные связи для обеспечения проводимости, как в таблице 1, например, ароматические кольца и двойные или даже тройные связи:

Таблица 1 Ограниченные типы проводящих 1-8 Полимеры, содержащие ненасыщенные связи, полученные электрохимическим методом из-за ограничения блокирования электрода непроводящим продуктом

1-8 Полимеры	Молекулярная структура
Полипиррол [6]	
Политиофен [7]	

Это связано с тем, что аналогичный метод периодической очистки электродов, используемый для проводящих металлических отложений, не будет работать, если образующийся твердый осадок 3-5 (на аноде 3-2 или катоде 3-3 в зависимости от реакции) непроводящий, поскольку непроводящий твердый осадок 3-5 будет блокировать поверхность электрода и электрохимическая реакция остановится из-за отсутствия проводимости. В результате альтернативное электрохимическое производство непроводящего 1-8 полимера не получило должного внимания, хотя большинство современных 1-8 полимеров, таких как полиэтилен, являются непроводящими. К счастью, такое фундаментальное ограничение преодолевается с

помощью новой простой, но элегантной конструктивной особенности устройства 7-1, которое удаляет образовавшийся полимер 1-8 непрерывно с электрода, как показано на рисунке 4. Новое устройство 7-1 открывает возможности для производства непроводящих 1-8 полимеров электрохимическим методом и создает потенциальную бизнес-модель, сочетающую производство 1-8 полимеров с валоризацией 5-2 химических отходов, как показано на рисунке 5. Это связано с тем, что электрохимическая полимеризация позволяет использовать 5-3 товарные химические вещества из некоторых видов 5-2 химических отходов, которые в других случаях не являются реакционноспособными, для участия в реакции для преобразования в ценные 1-8 полимеры и вторичные 5-5 исходные химические вещества, такие как топливо, что является новой идеей вместо затрат на утилизацию 5-2 химических отходов. Более полный, но все же не исчерпывающий список 5-3 товарных химических веществ будет рассмотрен в последующих разделах. Вот лишь некоторые из возможных 5-2f химических отходов и 5-3 товарных химических веществ, но не только они:

**1. Отработанный осадок/растворитель (токсичный):**

- Этиленгликоль
- Пропилен гликоль

**2. Нефтехимические отходы (токсичные)**

- Галоидрин

**3. Обычные отходы/сырье:**

- 6-1 Мочевина

**4. Биомасса:**

- Этанол

Электрохимические методы также предлагают целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными ограничениями обычного 1-8 производства полимеров, как показано на примере на рисунке 6, включая:

- Более мягкое 1-11 тепло и 1-12 давление, что снижает затраты (капитальные затраты на данное оборудование и эксплуатационные затраты на потребляемую энергию)
- Меньшая зависимость от 1-13 катализатора, который часто является дорогостоящим и оказывает определенное воздействие на окружающую среду

- Интеграция с существующей 5-4 возобновляемой энергией вместо использования ископаемого топлива для приведения реакции в движение
- Совместимость с последующей полимерной 1-4 переработкой, поскольку продукты одинаковы, что позволяет быстро и легко внедрить систему, поскольку можно приобрести обычную установку и просто заменить 1-2 обычных реактора на 35-1 электрохимический реактор, вместо того, чтобы перепроектировать/перестраивать всю систему.
- Интерес к 9-8 Удалению твердых веществ из металлургической промышленности дает возможность получения дохода от 6-4 Лицензия

Что еще более важно, использование электрохимического метода снижает необходимость использования реактивных, но опасных/токсичных 5-3 товарных химикатов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду, например, замена дорогостоящего, но токсичного 6-3 фосгена, используемого традиционно в производстве 6-7 поликарбонатов, и замена коррозионной 6-8 соляной кислоты на 6-9 аммиак, который менее опасен, но имеет более высокую цену.

## Краткое содержание

Как показано на рисунке 7, изобретение электрохимического 1-8 производства полимеров включает основные элементы: 7-1 Устройство, 7-2 Химия, включающая 7-3 Добавочный полимер и 7-4 Конденсационный полимер, 7-5 Процесс, 7-8 Процедура, 7-6 Трубопровод и 7-7 Контроль.

Устройство 7-1 включает новую конструкцию 9-8 устройства для удаления твердых частиц, которое может непрерывно удалять 3-5 твердый осадок, образовавшийся на электроде, независимо от проводимости. Оно предполагает использование кругового/циклического движения поверхности электрода в контакте с устройством для удаления твердых отложений 3-5 на непрерывной основе процесса, без необходимости удаления электрода. Хотя возможны и многие другие варианты, основными являются 9-1 цилиндрический электрод, 9-2 электрод на конвейерной ленте, 9-3 вращающийся дисковый электрод и 9-4 спиральный/винтовой электрод. Также используются устройства 7-1, включая функцию домкрата, 9-7 Передача движения, 9-13 Опора и твердый транспорт 9-9 Твердый транспорт.

Добавочный полимер 7-3 получается в результате реакции электрохимического добавления, при которой не образуется побочный продукт. Например, некоторые 7-3 аддитивные полимеры включают 1-8 полимеры, в которых основой являются, как правило, атомы углерода (обычно это поливиниловые 1-8 полимеры, такие как полиэтилен, полистирол и поливинилхлорид). В некоторых воплощениях реакция полимеризации происходит путем внутримолекулярного элиминирования с образованием алкенов, которые впоследствии подвергаются реакции присоединения (прямо в реагенте) с образованием полимерных продуктов. Существуют варианты гомо полимера, когда используется только один тип исходного сырья, или сополимера, когда различные исходные материалы могут быть смешаны вместе для получения 1 8 полимера с более сложной структурой.

Конденсационный полимер 7-4 получается в результате реакции электрохимической конденсации. Например, некоторые 7-4 Конденсационные полимеры включают 1-8 полимеры, в основе которых содержится гетеро атом, такой как атом кислорода (полиэфир и 33-8 полиэфир) или атом азота (33-9 полиамиды, как в белке и нейлоне). При этом происходит межмолекулярная элиминация, в результате которой молекулы мономеров соединяются друг с другом. В основном это конденсация, при которой происходит простое элиминирование, и пере этерификация, при

которой происходят более сложные реакции конденсации и/или обмена. Он также может включать в себя кольцевое раскрытие циклических молекул мономера с образованием длинной цепи 1-8 Полимер.

В нем изложена общая концепция электрохимического производственного процесса 34-1 в промышленных условиях и блок-схема 34-5. Хотя вспомогательное оборудование для полимерных процессов может быть спроектировано таким образом, чтобы соответствовать 35-1 электрохимическому реактору, вместо этого процесс может включать 34-3 модернизацию существующего традиционного 1-8 процесса производства полимеров путем проектирования электрохимического 7-1 устройства, соответствующего существующему вспомогательному 1-8 оборудованию для полимерных процессов, и замены существующего 1-2 традиционного реактора. В некоторых случаях блок химической 1-5 регенерации может быть заменен более простым вариантом или даже исключен, если химический побочный продукт становится менее опасным.

Трубопроводы включают в себя конкретную реализацию промышленного процесса, включая 40-1 схему технологического процесса и вспомогательные блоки, 40-2 типы трубопроводов, 40-3 насосы/компрессоры, 40-4 нагреватели/охладители, 40-5 утилиты, 40-6 клапаны для облегчения промышленной реализации процесса. Он включает в себя технологический поток, в котором соединены агрегаты. Он также выходит за рамки раздела процесса и содержит более подробную информацию о конкретной реализации, например, о резервуарах-хранилищах.

Раздел 7-7 Управление состоит из индикаторов и контроллеров, а также стратегии 7-7 управления, используемой для поддержания непрерывности процесса. Она включает в себя комбинацию 48-2 Фидфорвард, 48-3 Обратная связь, 48-4 Коэффициент, 48-5 Диапазон разделения, 48-6 Переопределение Выбор, 48-7 Индикатор/сигнализация метода управления процессом, применяемого для поддержания надежности процесса при возмущениях. В некоторых реализациях 7-7 управление построено таким образом, что любое возмущение в конечном итоге передается на уровень резервуара, который имеет огромный допуск.

Процедура 7-8 обеспечивает технику работы для быстрого и надежного развертывания устройств 7-1. Она включает в себя модульные элементы, в которых задействованы 59-1

штабелирование каждого 35-1 электрохимического реактора и распределение сырья. Помимо 59-2 Развертывания 35-1 Электрохимического реактора, в нем содержатся процедурные объяснения 34-3 Модернизации, 59-3 Технического обслуживания и 34-4 Утилизации отходов.

Наконец, процесс промышленного производства включает в себя согласованное использование вышеуказанных элементов в комбинации.

## Краткое описание чертежей

Фигура 1 Обычный процесс производства полимеров с обычным реактором в качестве ключевого компонента

Фигура 2 Репрезентативное объяснение того, почему традиционный химический процесс требует высокого тепла и давления для создания радикалов, инициирующих реакцию

Фигура 3 Иллюстрация электрохимической полимеризации в масштабе стенда или любой общей электрохимической реакции, в результате которой образуется твердый осадок

Фигура 4 Механизм непрерывного удаления твердых частиц

Фигура 5 Общая химическая бизнес-модель компании elerGreen Индустрия

Фигура 6 Демонстрация преимуществ, предлагаемых новым электрохимическим процессом

Фигура 7 Разбивка особенностей изобретений процесса elerGreen

Фигура 8 Иллюстрация чтения инженерных чертежей с использованием условных обозначений и символов

Фигура 9 Разбивка вариантов конструкции нового электрохимического устройства

Фигура 10 Основные принципы работы удаления твердых частиц (цилиндрический электрод)

Фигура 11 Ячейка электрохимического реактора (цилиндрический электрод)

Фигура 12 Основные принципы работы удаления твердых частиц (электрод на конвейерной ленте)

Фигура 13 Ячейка электрохимического реактора (ленточный электрод)

Фигура 14 Основные принципы работы удаления твердых частиц (вращающийся дисковый электрод)

Фигура 15 Ячейка электрохимического реактора (вращающийся дисковый электрод)

Фигура 16 Основные принципы работы удаления твердых частиц (спиральный/винтовой электрод (спиральный/винтовой электрод))

Фигура 17 Ячейка реального электрохимического реактора (спиральный/винтовой электрод)

Фигура 18 Разбор устройства

Фигура 19 Генерация движения

Фигура 20 Передача движения

Фигура 21 Удаление и транспортировка твердых частиц

Фигура 22 Реакционный сосуд

Фигура 23 Опора

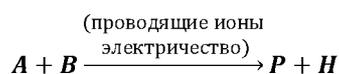
- Фигура 24 Устройство для удаления газа
- Фигура 25 Устройство для удаления твердых частиц из штабеля
- Фигура 26 Проводящая щетка
- Фигура 27 Нанесение воска
- Фигура 28 Варианты дренажа/канала для транспортировки твердых веществ  
Добавление и/или конденсация
- Фигура 29 Разбивка электрохимического производства аддитивного полимера
- Фигура 30 Варианты проводящих ионов
- Фигура 31 Варианты растворителя
- Фигура 32 Варианты добавок
- Фигура 33 Разбивка основных возможностей электрохимического производства  
конденсационного полимера
- Фигура 34 Разбивка согласованного процесса
- Фигура 35 Общий вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, где  
электрохимический реактор заменен на электрохимический реактор, где побочные продукты  
будут по-прежнему извлекаться с помощью аналогичного блока восстановления
- Фигура 36 Вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, в котором  
блок восстановления не нужен, когда с побочными продуктами легче справиться
- Фигура 37 Возможность переоборудования
- Фигура 38 Управление отходами
- Фигура 39 Общая блок-схема
- Фигура 40 Разбивка трубопроводов
- Фигура 41 Общая блок-схема технологического процесса для промышленного внедрения
- Фигура 42 Путь обычного реактора
- Фигура 43 Путь электрохимического реактора
- Фигура 44 Путь экстракции растворителя
- Фигура 45 Сорбционный путь
- Фигура 46 Побочный продукт как низкий ключ
- Фигура 47 Побочный продукт как высокий ключ
- Фигура 48 Разбивка управления процессом

- Фигура 49 Подробная схема трубопроводов и приборов (P&ID) для процесса производства электрохимических полимеров
- Фигура 50 Легенда для P&ID
- Фигура 51 Пример каскадного управления
- Фигура 52 Пример прямого управления
- Фигура 53 Пример обратной связи
- Фигура 54 Пример управления соотношением
- Фигура 55 Пример управления отдельным диапазоном
- Фигура 56 Иллюстрация блокировки управления отдельным диапазоном
- Фигура 57 Пример управления выбором обхода
- Фигура 58 Пример индикатора и сигнализации
- Фигура 59 Разбивка процедуры эксплуатации
- Фигура 60 Штабелирование электродов
- Фигура 61 Штабелирование ячеек (2x1)
- Фигура 62 Укладка ячеек (2x2)
- Фигура 63 Укладка ячеек (2xn)
- Фигура 64 Пример развертывания ячеек в штабеле
- Фигура 65 Штабелирование ячеек (2xn), направленное наружу
- Фигура 66 Укладка ячеек (nхn), подвесной электрод
- Фигура 67 Процедура развертывания ячейки
- Фигура 68 Экспериментальная установка с измерением скорости потока газа
- Фигура 69 Экспериментальная установка без измерения скорости потока газа
- Фигура 70 Наблюдение за образцом
- Фигура 71 Идентификация продуктов
- Фигура 72 Конверсия против кумулятивного заряда
- Фигура 73 Мольная реакция против кумулятивного заряда
- Фигура 74 Ток против приложенного напряжения
- Фигура 75 Скорость потока газа против тока

## Подробные описания

### 1. Химическая терминология

Реакция электрохимической полимеризации может быть представлена следующим общим уравнением в виде уравнения 1:



**Уравнение 1**

Прежде чем перейти к более подробному описанию изобретения, некоторые символы, которые будут использоваться в последующем разделе, представлены в виде терминологии в таблице 2.

Таблица 2 Специфическая терминология/символы и соответствующее представление в описании

Символ	Значение
$\text{---}\frac{\text{X}}{\text{Y}}\text{---}$	Любая замещающая группа: Галогениды, углеродная основа, -ОН, амины и т.д.
$\text{---R}_{\text{21}}\text{---}$	Любая углеродная основа: Алифатический (алкил) или ароматический
$\text{---O---}$	Любая группа, кроме углеродной основы: Карбонат, амин, эфир, эстер и т.д.
Проводящие ионы	Любой вид, который может обеспечить подвижные ионы для проведения: Соль (хлорид натрия/поваренная соль), органическая соль (пальмитат натрия/обычное мыло), ионизируемая молекула (соляная кислота) или ионообменная мембрана.

Во-первых, замещающая группа представлена химической связью и волнистой кривой с номером, где номер - это просто индексный номер замещающей группы.

Углеродная основа, будь то алифатическая (алкил) или ароматическая (арил), представлена  $R_n$  и любой близлежащей химической связью, которая применяется,  $n$  - это просто индексный номер группы углеродной основы.

Замещающая группа помимо углеродной основы часто является активным участком реакции и будет представлена  $Q$  и любой близлежащей химической связью, которая применима.

Для простоты, проводящие ионы относятся к любому виду, который может обеспечить подвижные ионы для проводимости, включая соль (хлорид натрия/столовая соль), органическую соль (пальмитат натрия/обычное мыло), ионизируемую молекулу (соляная кислота) или ионообменную мембрану. Он используется в электрохимической системе для обеспечения электропроводности, чтобы облегчить электрохимическую реакцию. Для промышленной реализации проводящие ионы обычно используются в вариантах 68-3 растворенной соли, которая может быть 30-5 неорганической, такой как хлорид натрия (поваренная соль) или 30-4 органической солью (пальмитат натрия), в зависимости от полярности системы.

Наконец, число  $n$  используется во многих химических уравнениях в качестве подстрочного индекса скобки, что означает просто число повторяющихся единиц в 1-8 полимере. Оно может варьироваться от 1 (мономер) до большого числа, вплоть до десяти тысяч или даже больше.

## ***2. Маркировка чертежей***

Обозначения на рисунках обозначены в соответствии с порядком их первого появления на рисунках.

Рисунок 1 Обычный процесс производства полимеров с обычным реактором в качестве ключевого компонента

1-1 Подготовка

1-2 Обычный реактор

1-3 Разделение твердых частиц

1-4 Обработка

1-5 Восстановление

1-6 Реактивы

1-7 Электролит

1-8 Полимер

1-9 Чистый полимер

1-10 Полимерный продукт

1-11 Тепло

1-12 Давление

1-13 Катализатор

1-14 Отработанный электролит

1-15 Побочный продукт

2. Рисунок 2 Репрезентативное объяснение того, почему традиционный химический способ требует высокого тепла и давления для создания радикалов, инициирующих реакцию

2-1 Инициация

2-2 Этап распространения

2-3 Шаг прекращения

3. Рисунок 3 Иллюстрация электрохимической полимеризации в масштабе стенда или любой общей электрохимической реакции, в результате которой образуется твердый осадок

3-1 Электричество

3-2 Анод

3-3 Катод

3-4 Контрольный электрод

3-5 Твердый осадок

4. Рисунок 4 Механизм непрерывного удаления твердых частиц

4-1 Подвижный электрод

4-2 Устройство для удаления

5. Рисунок 5 Общая химическая бизнес-модель промышленности eIerGreen

5-1 Процесс eIerGreen

5-2 Химические отходы

5-3 Товарные химикаты

5-4 Возобновляемая энергия

5-5 Химическое сырье

6. Рисунок 6 Демонстрация преимуществ, предлагаемых новым электрохимическим процессом

6-1 Мочевина

6-2 Бисфенол А

6-3 Фосген

6-4 Лицензия

6-5 Приложенное напряжение

6-6 Проводящие ионы

6-7 Поликарбонаты

6-8 Соляная кислота

6-9 Аммиак

7. Рисунок 7 Распределение признаков изобретений

7-1 Устройство

7-2 Химия

7-3 Аддитивный полимер

7-4 Конденсационный полимер

7-5 Процесс

7-6 Трубопровод

7-7 Контроль

7-8 Процедура

8. Рисунок 8 Иллюстрация чтения инженерных чертежей с использованием условных обозначений и символов

8-1 Питательный резервуар А

8-2 Поток 1А

8-3 Регулирующий клапан V-01А

8-4 Преобразователь индикатора расхода 01А

8-5 Контроллер индикатора расхода 01А

9. Рисунок 9 Разбивка вариантов конструкции нового электрохимического устройства

9-1 Электрод цилиндра

9-2 Электрод из конвейерной ленты

9-3 Вращающийся дисковый электрод

9-4 Спиральный/винтовой электрод

9-5 Механический

9-6 Генерация движения

9-7 Передача движения

9-8 Удаление твердых тел

9-9 Транспортировка твердых тел

9-10 Многочисленные ножи

9-11 Конвейер

9-12 Канал

9-13 Опора

9-14 Подвижный

9-15 Встроенный

9-16 Аксессуары

9-17 Удаление газа

9-18 Проводящая щетка

9-19 Нанесение воска

9-20 Сосуд

10. Рисунок 10 Основные принципы работы удаления твердых частиц (цилиндрический электрод)

10-1 Контр электрод

11. Рисунок 11 Ячейка электрохимического реактора (цилиндрический электрод)

12. Рисунок 12 Основные рабочие принципы удаления твердых частиц (электрод конвейерной ленты)

12-1 Шкив

13. Рисунок 13 Ячейка электрохимического реактора (ленточный электрод)

14. Рисунок 14 Основные принципы работы удаления твердых частиц (вращающийся дисковый электрод)

15. Рисунок 15 Ячейка электрохимического реактора (вращающийся дисковый электрод)

16. Рисунок 16 Основные принципы работы удаления твердых частиц (спиральный/винтовой электрод (спиральный/винтовой электрод)

17. Рисунок 17 Ячейка реального электрохимического реактора (спиральный/винтовой электрод)

- 18. Рисунок 18 Разбор устройства
- 19. Рисунок 19 Генерация движения
  - 19-1 Двигатель/мотор
  - 19-2 Шестерни
  - 19-3 Вал
- 20. Рисунок 20 Передача движения
  - 20-1 Цепной привод
- 21. Рисунок 21 Удаление и транспортировка твердых частиц
  - 21-1 Заслонка
  - 21-2 Моющая жидкость
  - 21-3 Регулировка лопастей
  - 21-4 Впуск промывочной жидкости
  - 21-5 Выход промывочной жидкости
- 22. Рисунок 22 Реакционный сосуд
  - 22-1 Впуск электролита
  - 22-2 Выход электролита
  - 22-3 Боковые окна
- 23. Рисунок 23 Опора
  - 23-1 Гидравлический домкрат
  - 23-2 Кронштейн
  - 23-3 Колеса
  - 23-4 Корпус рамы
- 24. Рисунок 24 Устройство для удаления газа
  - 24-1 Вентиляционное отверстие
  - 24-2 Крышка
  - 24-3 Крышка
  - 24-4 Масса
  - 24-5 Рукава (промывочный трубопровод)
  - 24-6 Рукава (трубопроводы резервуара)
  - 24-7 Рукава (каркасы электродов)
- 25. Рисунок 25 Устройство для удаления твердых частиц из штабеля

- 26. Рисунок 26 Проводящая щетка
  - 26-1 Опора для принадлежностей
- 27. Рисунок 27 Нанесение воска
  - 27-1 Восковой слой
- 28. Рисунок 28 Варианты дренажа/канала для транспортировки твердых частиц
  - 28-1 Дуга (по умолчанию)
  - 28-2 Прямоугольный канал 9 12
  - 28-3 Треугольный канал 9 12
  - 28-4 Перпендикулярная заслонка (по умолчанию)
  - 28-5 Острая заслонка
  - 28-6 Тупоугольная заслонка
- 29. Рисунок 29 Разбивка электрохимического производства аддитивного полимера
  - 29-1 Гомополимер
  - 29-2 Сополимер
  - 29-3 Спиртовая группа
  - 29-4 Варианты
- 30. Рисунок 30 Варианты проводящих ионов
  - 30-1 Растворенные ионы
  - 30-2 Металлические
  - 30-3 Неметаллические
  - 30-4 Органические
  - 30-5 Неорганические
  - 30-6 Мембрана
- 31. Рисунок 31 Варианты соразворителя
  - 31-1 Соразворитель
  - 31-2 Дизайнерская молекула
  - 31-3 Краун-эфир
  - 31-4 Растворитель
- 32. Рисунок 32 Варианты добавок
  - 32-1 Добавки
  - 32-2 Окислительно-восстановительные

## 32-3 Другие

33. Рисунок 33 Распределение основных возможностей электрохимического производства конденсационного полимера

33-1 Конденсат

33-2 Полиэфир

33-3 Моноспирт: Фурановые и фенольные смолы

33-4 Целлюлоза

33-5 Полисульфид

33-6 Полиамин

33-7 Трансэтерификация

33-8 Полиэстер

33-9 Полиамид

33-10 Полиангидрид

33-11 Полиимид

33-12 Полиуретан

33-13 Раскрытие кольца

33-14 Гетероатомы: Полисидоксан Полисульфон, полифосфат, поли нитрат

33-15 Полисидоксаны

33-16 Полисульфон

34. Рисунок 34 Разбивка согласованного процесса

34-1 Концепция

34-2 Ликвидация последствий

34-3 Модернизация

34-4 Управление отходами

34-5 Блок-схема потока

35. Рисунок 35 Общий вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, где электрохимический реактор заменен электрохимическим реактором, где побочные продукты будут по-прежнему извлекаться с помощью аналогичного блока восстановления

35-1 Электрохимический реактор

36. Рисунок 36 Вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, в котором блок восстановления не нужен, так как с побочными продуктами легче справиться

36-1 Разряд

37. Рисунок 37 Возможность модернизации

37-1 Байпас

34-4 Утилизация отходов

38. Рисунок 38 Рисунок 38 Управление отходами

38-1 Извлечение отходов

39. Рисунок 39 Общая блок-схема

40. Рисунок 40 Разбивка трубопроводов

40-1 Схема технологического процесса и вспомогательные узлы

40-2 Типы трубопроводов

40-3 Насосы/компрессоры

40-4 Нагреватель/охладитель

40-5 Коммунальное хозяйство

40-6 Клапаны

41. Рисунок 41 Общая схема технологического процесса для промышленной реализации

42. Рисунок 42 Путь обычного реактора

42-1 Обычный реакционный поток

42-2 Обычный поток твердого вещества

42-3 Поток обычной смеси

43. Рисунок 43 Путь электрохимического реактора

43-1 Поток электрохимической реакции

43-2 Электрохимический поток твердого тела

43-3 Поток электрохимической смеси

44. Рисунок 44 Путь экстракции растворителя

44-1 Поток экстракции растворителя

45. Рисунок 45 Путь сорбции

45-1 Поток сорбции

46. Рисунок 46 Побочный продукт как низкий ключ

46-1 Поток сверху в резервуар

46-2 Поток снизу до растворителя

47. Рисунок 47 Побочный продукт как высокий ключ

47-1 Поток сверху на растворитель

47-2 Поток снизу в резервуар

48. Рисунок 48 Разбивка управления процессом

48-1 Каскад

48-2 Прямая передача

48-3 Обратная связь

48-4 Соотношение

48-5 Разделение диапазона

48-6 Выбор обхода

48-7 Индикатор/сигнализация

48-8 Оперативный ответ

48-9 Точность

48-10 Надежность

48-11 Мультипликаторы

48-12 Требуется различная реакция

48-13 Гибкость и безопасность

48-14 Резервуар для возмущений

49. Рисунок 49 Подробная схема трубопроводов и контрольно-измерительных приборов (P&ID) для процесса производства электрохимического полимера

50. Рисунок 50 Легенда для P&ID

51. Рисунок 51 Пример каскадного управления

52. Рисунок 52 Пример прямого регулирования

53. Рисунок 53 Пример обратной связи

54. Рисунок 54 Пример управления соотношением

55. Рисунок 55 Пример управления отдельным диапазоном

56. Рисунок 56 Иллюстрация блокировки управления отдельным диапазоном

57. Рисунок 57 Пример управления выбором обхода

58. Рисунок 58 Пример индикатора и сигнализации

59. Рисунок 59 Разбивка рабочей процедуры

59-1 Штабелирование

59-2 Развертывание

59-3 Техническое обслуживание

60. Рисунок 60 Укладка электродов

60-1 Чередование

60-2 Агрегат

60-3 Изолятор

60-4 Провод/электрическое соединение

61. Рисунок 61 Штабелирование ячеек (2x1)

61-1 Персонал

61-2 Сторона мониторинга

61-3 Сторона обслуживания

61-4 Сторона штабелирования

62. Рисунок 62 Укладка ячеек (2x2)

63. Рисунок 63 Укладка ячеек (2xn)

64. Рисунок 64 Пример развертывания ячеек в стекинге

65. Рисунок 65 Штабелирование ячеек (2xn), направленное наружу

66. Рисунок 66 Укладка ячеек (nхn), подвесной электрод

66-1 Окруженный блок

67. Рисунок 67 Процедура развертывания ячейки

67-1 Развертывание реакторного сосуда

67-2 Развернуть опору электрода

67-3 Отрегулировать положение электрода

67-4 Развернуть транспортное средство для твердых тел

67-5 Установить газоотвод

68. Рисунок 68 Экспериментальная установка с измерением расхода газа

68-1 Материал А

68-2 Материал В

68-3 Растворенная соль

68-4 Горячая плита с мешалкой

68-5 Магнитная мешалка

68-6 Коническая колба

68-7 Пузырьковый расходомер

68-8 Пробка

68-9 Трубка

68-10 Первая метка

68-11 Последующая метка

69. Рисунок 69 Экспериментальная установка без измерения расхода газа

69-1 стакан

70. Рисунок 70 Наблюдение за образцом

70-1 Рабочий электрод

70-2 Жидкий полимер

70-3 Пузырьки газа

71. Рисунок 71 Идентификация продуктов

72. Рисунок 72 Пересчет против кумулятивного заряда

73. Рисунок 73 Моль, прореагировавшая против кумулятивного заряда

74. Рисунок 74 Ток против приложенного напряжения

75. Рисунок 75 Скорость потока газа против тока

### ***3. Символы инженерных чертежей***

Символы также используются для инженерных чертежей, особенно для диаграмм технологических процессов (PFD), а также для диаграмм трубопроводов и приборов (P&ID).

Прежде всего, части оборудования представлены кодами в таблице 3:

Таблица 3 Список оборудования в диаграмме технологического процесса

<b>Код</b>	<b>Оборудование</b>	<b>Описание</b>
T-01A	Питательный резервуар А	Хранение материала А
T-01B	Питательный резервуар В	Хранение материала В
D-00A	Барабан для растворителя	Хранение растворителя
D-00B	Барабан для добавок	Хранение добавок
M-02	Смесительный бак	Питательный смеситель
CR-03A	Обычный реактор	Обычный метод
CF-03B	Фильтр	Обычный фильтр
ER-04	Электрохимический реактор	Модернизированный байпас
T-05B	Резервуар для моющей жидкости	Рециркуляционный резервуар
WP-05A	Промывочный	Промывка полимеров
SP-06	Отстойник	Осаждение полимеров
DP-07	Сушилка	Осушитель полимеров
MP-08	Формовочная машина	Переработка полимеров
PP-09	Упаковка полимеров	Упаковка и хранение
SB-10A	Сорбционная установка	Сорбция побочных продуктов
SR-10B	Регенератор сорбента	Восстановление сорбента
XB-11	Экстрактор растворителя	Экстрактор побочных продуктов
D-12	Барабан для растворителя	Резервуар для растворителя
DB-13	Дистилляционная колонна	Дистилляция побочных продуктов
TB-14	Резервуар для побочных продуктов	Хранение побочных продуктов
T-15	Резервуар	Резервуар для электролита
D-16	Барабан для охлаждающей жидкости	Охлаждающий резервуар

Вспомогательные устройства, то есть более мелкие части оборудования для облегчения процесса 7-5, также обозначены кодами в таблице 4:

Таблица 4 Идентификация вспомогательных агрегатов

<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ</b>	
<b>буква</b>	<b>ОПИСАНИЕ</b>
В	ВОЗДУХОДУВКА
С	КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН
Н	НАГРЕВАТЕЛЬ
Р	НАСОС
Q	КОМПРЕССОР
S	ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ КЛАПАН
V	КЛАПАН
X	ТЕПЛООБМЕННИК

Поскольку в процессе 7-5 используются различные типы клапанов 40-б, клапаны 40-б обозначаются различными символами, как показано в таблице 5:

Таблица 5 Символы различных типов клапанов

<b>СИМВОЛЫ КЛАПАНА</b>	
	ЗАПОРНЫЙ КЛАПАН
	КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН
	ВЕНТИЛЬ ВКЛ/ВЫКЛ
	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН
	ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЙ КЛАПАН

Для лучшего понимания процесса 7-5 представляющие интерес потоки идентифицированы с указанием их соответствующего количества и состава, как показано в следующей таблице 6:

Таблица 6 Нумерация и состав потоков

МАРКИРОВКА ЛИНИИ	
ПРИМЕР:	
поток No	→ 
продукт	→ -с
СИМВОЛ	продукт
A	МАТЕРИАЛ А
B	МАТЕРИАЛ Б
G	ГАЗ
H	ПОПРОДУКТАМ
P	ПОЛИМЕР
S	СОЛЬ/РАСТВОР
T	ОХЛАЖДАЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ
U	ВОЗДУХ
V	АБСОРБЕНТ
W	МОЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ
X	РАСТВОРИТЕЛЬ
Y	СО-РАСТВОРИТЕЛЬ
Z	ДОБАВКА

Существуют также различные типы линий для представления различных типов трубопроводов 40-2, как показано в таблице 7:

Таблица 7 Представление типов трубопроводов 40-2 с помощью различных линий

ОБОЗНАЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ, СОЕДИНЕНИЙ И ГРАНИЦ	
	ОСНОВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
	ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
	ИЗОЛИРОВАННЫЙ ТРУБОПРОВОД
	МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
	СИГНАЛ ПРИБОРА

Для P&ID процесс 7-7 Элементы управления представлены в соответствии со следующей таблицей 8:

Таблица 8 Процесс 7-7 Идентификация элементов управления

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ		
СИМВОЛ	ТИП	РАСПОЛОЖЕНИЕ
	ОБЩИЙ ДИСПЛЕЙ/УПРАВЛЕНИЕ	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА
	ПРОГРАММИРУЕМОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА
	ОБХОДНОЙ ВЫБОР	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА
.	РАЗДЕЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА

В то время как конкретные параметры, представляющие интерес, и обработка параметра обозначаются кодами из следующей таблицы 9:

Таблица 9 Буквенные коды для процесса 7-7 Элементы управления

ОПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ		
буква	ПЕРВЫЙ	УСПЕХ
A	АНАЛИЗ	
C		КОНТРОЛЬ
E	НАПРЯЖЕНИЕ	
F	СКОРОСТЬ ПОТОКА	
I	ТОК	ИНДИКАТИРОВАТЬ
L	УРОВЕНЬ	
P	ДАВЛЕНИЕ	
R	СООТНОШЕНИЕ	
S	СКОРОСТЬ	
T	ТЕМПЕРАТУРА	ПЕРЕДАВАТЬ
W	ВЕС	
Y		РЕЛЕ
Z	ПОЗИЦИЯ	

Обработка параметров включает управление, индикацию, передачу и реле. Управление означает, что параметру присваивается интересующее его заданное значение, а контроллер следит за тем, чтобы фактическое измерение было близко к заданному значению в пределах определенного запаса, управляя оборудованием, которое может повлиять на измерение. Индикация означает отображение значения 7-5 параметра процесса либо через измерительный прибор на месте, либо через панель управления в комнате оператора, либо и то, и другое. Передать означает, что интересующее значение параметра будет отправлено на последующий элемент управления процессом, указанный направлением стрелки. Наконец, реле, для интересующего нас параметра 7-5 процесса, означает отправку интересующего нас параметра 7-5 процесса на последующий элемент управления процессом, аналогично передаче, с той лишь разницей, что реле используется для вычисленной переменной, такой как отношение между двумя расходами, вместо фактического значения измерения расхода, которое представляет собой физическую величину.

Пример для чтения инженерного чертежа показан на рисунке 8. 8-1 Питательный резервуар А, предназначенный для хранения 68-1 материала А, обозначен Т-01А. 8-2 Поток 1А, состоящий в основном из материала 68-1 А, выходит из Т-01А. На 8-2 потоке 1А имеется поточный регулирующий клапан, обозначенный 8-3 Регулирующий клапан V-01А. Имеется также 8-4 Индикатор расхода, обозначенный FIT 01А, для измерения расхода, индикации измерения на месте и передачи измерения в качестве сигнала в систему управления. 8-4 Приемопередатчик индикатора расхода 01А, FIT 01А посылает сигнал, как указано стрелкой, на 8-5 Контроллер индикатора расхода 01А, FIC 01А, где указывается и контролируется заданное значение расхода. 8-5 Контроллер индикатора расхода 01А, FIC 01А впоследствии управляет (как указано направлением стрелки) 8-3 Регулирующим клапаном V-01А для достижения желаемого заданного значения расхода, то есть, убеждаясь, что 8-4 Индикаторный преобразователь расхода 01А, FIT 01А близок к заданному значению 8-5 Контроллер индикатора расхода 01А, FIC 01А в пределах определенного приемлемого запаса, где запас зависит от настройки программного обеспечения контроллера, а также аппаратного обеспечения, особенно точности измерения и чувствительности регулирующего клапана. С точки зрения идентификации приборов, оба преобразователя 8-4 Flow rate Indicator Transmitter 01А, FIT 01А и 8-5 Контроллер индикатора скорости потока 01А, FIC 01А имеют общий дисплей/управление, что означает, что они соответственно показывают значение

измерения как на счетчике на объекте, так и на панели управления в комнате управления оператора.

## Непрерывный 9-8 Удаление твердых частиц 7-1 Устройство на электроде

Устройство 7-1 поставляется в нескольких вариантах, а именно: 9-1 цилиндрический электрод, 9-2 электрод на конвейерной ленте, 9-3 вращающийся дисковый электрод, 9-4 спиральный/винтовой электрод, как показано на рисунке 9. Все они имеют некоторые общие черты, включая 9-5 Механизм, 9-6 Генерация движения, 9-7 Передача движения, 9-8 Удаление твердого тела, 9-9 Транспортировка твердого тела, 9-13 Поддержка, 9-20 Сосуд и 9-16 Аксессуары, особенно 9-17 Удаление газа. Эти аналогичные общие части и механизм будут более подробно описаны в указанных вариантах.

Ячейка электрохимической реакции состоит из 3-1 источника электричества, соединенного с электродами, погруженными в 1-7 электролит. Электролит 1-7 обычно представляет собой проводящую жидкую смесь, содержащую 6-6 проводящие ионы, но может быть и проводящая 30-6 мембрана, пропитанная жидкостью. Электрод состоит из проводящего материала, на поверхности которого происходят электрохимические реакции; электрод, подключенный к положительному полюсу источника питания, называется 3-2 анодом, на котором происходят реакции окисления, а электрод, подключенный к отрицательному полюсу источника питания, называется 3-3 катодом, на котором происходят реакции восстановления. Хотя для протекания реакции это не обязательно, третий электрод, называемый электродом сравнения, часто включают для обеспечения измерения напряжения на электроде сравнения.

Когда в результате электрохимической реакции образуются твердые продукты, они имеют тенденцию прилипать к поверхности электрода в виде 3-5 твердого осадка, который часто требует 9-8 удаления твердого осадка для поддержания работоспособности электрохимической ячейки. 9-8 Удаление твердых частиц с электрода представляет интерес, поскольку оно находит применение в электрохимической металлургии и аккумуляторных батареях, где интересующие металлы образуются в виде 3-5 твердых отложений на электроде и должны быть извлечены/изолированы для дальнейшей 1-4 обработки.

С другой стороны, если образовавшийся твердый осадок 3-5 (на аноде 3-2 или катоде 3-3 в зависимости от реакции) является непроводящим, он блокирует электрод, и электрохимическая реакция останавливается из-за отсутствия проводимости. Это обуславливает необходимость

быстрого удаления непроводящего твердого осадка 3-5 по мере его образования, предпочтительно в непрерывном режиме.

Для решения этой задачи новая установка устройства 7-1 предназначена для непрерывного удаления твердого осадка 3-5 путем относительного движения между электродом и устройством 4-2 для удаления, например, лезвием для удаления твердого осадка 3-5 с электрода.

Удаление твердых частиц 9-8 может происходить в верхней (газ/воздух) или нижней (жидкость/1-7 электролит) фазе. В газовой фазе трение существенно ниже, и нет необходимости отфильтровывать 3-5 твердый осадок от жидкости/1-7 электролита. С другой стороны, относительное движение между электродом и устройством 4-2 удаления в фазе жидкости/1-7 электролита также служит для перемешивания 1-7 электролита для смешивания, устраняя необходимость в мешалке в фазе 1-7 электролита/жидкости. Следует также отметить, что резервуар 1-7 для электролита не обязательно должен иметь прямоугольную форму, например, он может быть цилиндрическим, особенно если электроды 9-1 цилиндрические, для экономии объема 35-1 электрохимического реактора/реагента (и, следовательно, стоимости).

Устройство 7-1 может представлять собой несколько повторяющихся блоков, в порядке 3 -2 Анод-3-2 Анод-3-3 Катод-3-3 Катод (кластерная стопка) или в порядке 3-2 Анод-3-3 Катод-3-2 Анод-3-3 Катод (чередующаяся стопка), для увеличения масштаба производства.

Хотя компоновка может иметь различные формы, основные из них представляют интерес: 9-1 электрод цилиндра, 9-2 электрод конвейерной ленты и 9-3 электрод вращающегося диска.

Изобретение обладает следующими преимуществами:

- Более мелкий 9-20 сосуд, поскольку больше нет необходимости в оседании 3-5 твердого осадка, что приводит к снижению стоимости за счет меньшего размера 35-1 электрохимического реактора и объема реагента.
- Быстрее и дешевле 1-3 Отделение твердого осадка: Меньшее трение для удаления твердого осадка 3-5 в воздушной/газовой фазе, чем в вязкой фазе 1-7 электролита, при этом отпадает необходимость отфильтровывать твердый осадок 3-5 из жидкой фазы; или облегчение перемешивания в жидкой фазе/1-7 электролита и устранение необходимости в мешалке.

- Непрерывный процесс, устраняющий необходимость отключения 35-1 электрохимического реактора для отделения 3-5 твердого осадка.
- Простая конструкция без сложной 19-2 установки зубчатых колес и 9-5 механических механизмов, которые были бы дорогостоящими/трудными в производстве

### ***9-1 цилиндрический электрод***

9-1 Цилиндрический электрод - это самый простой вариант конструкции, как показано на рисунке 10, который состоит из проводящего цилиндрического материала в качестве электрода.

Цилиндрический электрод 9-1 располагается горизонтально и частично погружается в электролит 1-7.

Электрохимическая реакция будет происходить в жидкой фазе/1-7 электролита при подаче 3-1 электричества, а вращение цилиндрического электрода 9-1 будет перемещать твердый осадок 3-5 вверх в газовоздушную фазу, где используется 4-2 устройство удаления для удаления твердого осадка 3-5 с поверхности, например, за счет трения, вызванного относительным движением поверхности цилиндрического электрода 9-1 и 4-2 устройства удаления.

В некоторых вариантах осуществления изобретения устройство 7-1 включает жесткий материал, например, пластину из жесткого материала, которая может быть наклонена вниз к внешней стороне электрохимической ячейки. Это позволяет твердому осадку 3-5 постепенно сползать по пластине вниз к внешней стороне ячейки для последующей обработки 1-4. В качестве альтернативы, 4-2 устройство для удаления также может быть объединено в единый блок с устройством 9-9 транспортировки твердого материала в виде конвейерной ленты 9-11 с жесткими острыми краями или абразивной поверхностью, расположенной против и в контакте с поверхностью электрода, где удаляемый твердый осадок 3-5 будет перемещаться за пределы электрохимической ячейки автоматизированным, непрерывным способом. Например, жесткие края могут быть перпендикулярны тангенциальной поверхности электрода.

Еще одним преимуществом является то, что удаленный твердый осадок 3-5 в основном сухой, без большого количества жидкости (хотя некоторая жидкость может налипать на него, но немного, и его можно легко промыть), что ускоряет время разделения твердых частиц 1-3 и устраняет необходимость отфильтровывать твердый осадок 3-5 от жидкой фазы.

В резервуар могут попадать или не попадать остатки твердого осадка 3-5, которые при необходимости будут отфильтрованы. Однако удаление твердых частиц 9-8 в воздушной/газовой фазе уже удаляет большую часть твердых отложений 3-5 и, таким образом, значительно снижает пропускную способность, необходимую для резервного фильтрования. В качестве альтернативы фильтр часто не требуется, а твердый осадок 3-5 извлекается только во время обслуживания 59-3.

### ***9-2 Конвейерный ленточный электрод***

9-2 Конвейерный ленточный электрод - это еще один вариант, показанный на рис. 12, хорошо подходящий для адаптации в промышленных масштабах. Принцип работы 9-8 удаления твердых отложений представляет собой циклическое движение, очень похожее на электрод с цилиндром 9-1, но вместо него применяется установка 9-11 конвейерной ленты со 12-1шквив, которая предлагает несколько больше возможностей:

- 1) Большая площадь в жидкой фазе, хорошо погружается в 1-7 Электролит для выхода электрохимической реакции, и позволяет использовать более компактный бак для реагентов. Например, нижний 12-1 шкив большая часть электрода 9-2 конвейерной ленты могут быть погружены в жидкую фазу/1-7 Электролита.
- 2) Большая площадь в фазе газ/воздух, что позволяет устройству 7-1 быть более надежным, с меньшей опасностью утечки жидкости/1-7 электролита на шестерни 19-2 и вал для перемещения электрода 9-2 конвейерной ленты, а также на электропроводку электрода.
- 3) Большая высота в газовой/жидкой фазе выделяет больше места для более надежной конструкции 7-1 устройства для удаления 3-5 твердых отложений, такого как 9-11 конвейерная лента для доставки очищенных 3-5 твердых отложений.

Он также может приводиться в движение 12-1шквив, который является просто очень узкой версией конвейерной ленты 9-11.

### ***9-3 Вращающийся дисковый электрод***

9-3 Вращающийся дисковый электрод - это еще один вариант устройства 7-1, как показано на рис. 14, где электродом служит проводящий жесткий диск, частично погруженный в электролит/жидкую фазу 1-7. Вращающийся дисковый электрод 9-3 вращается под действием

вала с устройством 4-2 для удаления, расположенным напротив и в контакте с поверхностью для удаления 3-5 твердого осадка на поверхности электрода.

Он обладает следующими характеристиками:

- 1) Большая площадь поверхности
- 2) Простота конструкции и изготовления
- 3) Компактная конструкция

Еще раз отметим, что сосуд 9-20 может быть цилиндрическим, чтобы уменьшить пространство 35-1 электрохимического реактора. Вращающийся дисковый электрод 9-3 также может быть выполнен спиральным вместо параллельного диска, что позволяет непрерывно прикручивать изделия к внешней стороне 35-1 электрохимического реактора.

Обратите внимание, что в любом случае, для удобства изготовления и настройки, желательно иметь одинаковую форму 10-1 Контрэлектрода с электродом. Для работы устройства 7-1 необходимо только установить проводимость, и 10-1 Контрэлектрод не обязательно должен быть той же формы, что и электрод.

#### ***9-4 Спирально-винтовой электрод***

9-4 Спирально-винтовой электрод - это еще один вариант устройства 7-1, как показано на рис. 16, где электродом служит проводящий жесткий винт, частично погруженный в электролит/жидкую фазу 1-7. Винт вращается под действием вала с устройством 4-2 для удаления, расположенным напротив и в контакте с поверхностью для удаления 3-5 твердого осадка на поверхности электрода.

Он обладает следующими характеристиками:

- 1) Большая площадь поверхности
- 2) Компактная конструкция
- 3) Эффективное перемещение 1-7 электролита и удаление 9-8 твердых отложений.

Еще раз отметим, что сосуд 9-20 может быть цилиндрическим для уменьшения 35-1 пространства электрохимического реактора. Устройство 4-2 удаления также может быть винтовым или спиралевидным, чтобы соответствовать поверхности 9-4 спирального/винтового электрода

одинаковые или противоположные направления вращения для отчистки твёрдого , , чтобы максимизировать поверхность контакта для более эффективного 9-8 удаления твердых частиц.

Обратите внимание, что в любом случае, даже если это хорошая идея, иметь одинаковую форму 10-1 контрэлектрода с электродом для простоты изготовления и настройки. Для работы устройства 7-1 необходимо только установить проводимость, а противоэлектрод 10-1 не обязательно должен быть той же формы, что и электрод.

### ***Общий механизм***

#### **Общий механизм и 9-2 электрод конвейерной ленты**

Общий механизм лучше всего объяснить сначала на примере электрода 9-2 конвейерной ленты, как показано на рисунке 13 и рисунке 18.

9-5 Механизм включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерирование движения включает преобразование источника энергии, обычно, но не ограничиваясь этим, 19-1 двигателя/мотора, такого как химическая энергия для двигателя или электрическая энергия для двигателя, в механическую энергию для движения. В некоторых воплощениях, 9-6 Генерация движения также включает в себя соединение с 9-7 Передачей движения путем соединения шестерен 19-2 и вала 19-3 с двигателем/мотором 19-1.

9-7 Передача движения включает в себя распределение или направление 9-5 Механического движения в назначенное место, в данном случае для создания движения электрода. Иногда распределение разделяется на 2 или более этапов: первичный и вторичный. Как показано на рисунке 19, первичная передача 9-7 движения функционирует для передачи 9-5 механического движения от источника 9-6 генерации движения, обычно двигателя 19-1, к промежуточной 9-5 механической части, включая, без ограничения, вал 19-3, шестерню 19-2, шкив 12-1 или цепную передачу 20-1. В некоторых вариантах осуществления, цепной привод 20-1 используется для надежности устройства, поскольку он имеет минимальную восприимчивость к проскальзыванию для максимальной силы скребка.

Как показано на рисунке 20, вторичный механизм 9-7 передачи движения функционирует для передачи механического движения 9-5 от упомянутой промежуточной механической части 9-5 к

электроду. Она обычно осуществляется с помощью средств, включая, но не ограничиваясь ими, вал 19-3, шестерни 19-2, шкив 2-1 или цепную передачу 20-1.

Для равномерного 9-5 Механического распределения энергии можно параллельно использовать несколько первичных и вторичных распределений. Например, электрод 9-2 конвейерной ленты может иметь двойное первичное распределение, сверху и снизу. С другой стороны, электрод 9-2 конвейерной ленты может иметь от двойного до четверного вторичного распределения: двойное сверху и снизу (электрод 9-2 конвейерной ленты), а в случае двойного цепного привода 20-1 - четверное: сверху и снизу (электрод 9-2 конвейерной ленты), слева и справа (цепной привод 20-1).

Как показано на фиг. 21, 9-8 удаление твердого осадка включает удаление твердого осадка 3-5 с электрода, а 9-9 транспортировку удаленного твердого осадка 3-5 в сторону от электрохимического реактора 35-1. Снятие электрода может быть выполнено множеством способов, включая, но не ограничиваясь ими: 9-5 механическое истирание (с помощью 4-2 устройства для удаления), ультразвук или струи жидкости. Также имеется 21- 3 Устройство регулировки лезвия для регулировки угла лезвия, обычно, но не ограничиваясь этим, система пружин. В некоторых вариантах осуществления, особенно в электроде 9-2 конвейерной ленты и электроде 9-1 цилиндра, дополнительное устройство 4-2 для удаления может быть размещено на внутренней стороне электрода, чтобы увеличить выход продукта за счет увеличения площади поверхности. Однако за это приходится платить большей сложностью и снижением надежности работы, поэтому в каждом конкретном случае следует оценивать индивидуально. В некоторых вариантах осуществления изобретения несколько лопастей 9-10 укладываются друг на друга, как показано на рис. 25, для увеличения мощности очистки и эффективности удаления твердых частиц 9-8.

9-9 Транспортировка твердых тел может осуществляться несколькими способами, включая, но не ограничиваясь ими: 9-11 Конвейерная лента или движение жидкости в 9 -12 канале. В случае конвейерной ленты 9-11, 3-5 твердых отложений, счищенных с электрода, непрерывно уносятся из пространства 35-1 электрохимического реактора посредством движения конвейерной ленты 9-11. Для движения жидкости в канале 9-12, 3 -5 твердых отложений, отмытых от электрода, непрерывно уносятся жидкостью, текущей в открытом канале 9-12. Жидкость обычно является жидкостью, но не ограничивается ею, и обычно выбирается вода из-за низкой стоимости. Сама жидкость, особенно жидкая, может также выступать в качестве промывочной жидкости 21-2 для

облегчения последующей стадии промывки. Как показано на рисунке 28, открытый канал 9-12 может также иметь выступающую заслонку 21-1 для предотвращения вытекания твердых отложений 3-5 из канала 9-12.

Существуют некоторые варианты стандартной конструкции канала 9-12. Открытый канал 9-12, хотя часто изготавливается из трубы 7-6, разрезанной в вертикальном поперечном сечении по форме 28-1 дуги (по умолчанию), также может быть выполнен в форме 28-2 прямоугольного 9-12 канала или 28-3 треугольного 9-12 канала, или даже произвольной формы, если он образует гребень для потока жидкости. Заслонка 21-1 по умолчанию имеет форму 28-4 Перпендикулярная заслонка (по умолчанию) для простоты изготовления, но также может быть наклонена как 28-5 Острая заслонка или 28-6 Тупая заслонка, чтобы соответствовать траектории разлива.

Также имеется основной сосуд 9-20 в части снизу, как показано на рисунке 22. К реакционному сосуду 10-1 счетчик присоединен к 9-20 против электрод. В некоторых вариантах осуществления 10-1 счетчик присоединяется к 9-20 сосуду для простоты изготовления. Сосуд 9-20, содержащий жидкость 1-7 электролита, имеет вход 22-1 электролита и выход 22-2 электролита. В некоторых вариантах осуществления, чтобы снизить затраты энергии на перекачку, вход 22-1 электролита и выход 22-2 электролита расположены в соответствии с гравитацией, так что 1-7 электролит входит сверху и выходит снизу.

На рис. 23 показана опора 9-13 для электрода 9-2 конвейерной ленты, которая является подвижным вариантом 9-14. Опора 9-13 состоит из корпуса 23-4 рамы для удержания электродной системы на месте. Нижняя часть корпуса 23-4 обычно оснащена 23-3 колесами или направляющими для удобства демонтажа с резервуара для установки и 59-3 технического обслуживания. 23-2 Кронштейн корпуса рамы 23-4 имеет функции регулируемой высоты, обычно, но не ограничиваясь этим, 23-1 Гидравлический домкрат. Регулируемая высота обеспечивает средства для извлечения электродной системы из резервуара 9-20 без необходимости слива 1-7 электролита из резервуара 9-20. Это обеспечивает удобный и быстрый процесс 59-3 технического обслуживания, если электрод требует обслуживания и 59-3 технического обслуживания, так как опорожнять сосуд 9-20 для его открытия медленно и утомительно, с возможными последствиями для других операций устройства.

На руке 23-2 закреплен мотор/двигатель 19-1 для обеспечения 9-5 механической энергии для приведения в движение генератора 9-6 движения. Кроме электрического двигателя, это может быть двигатель (внутреннего сгорания) или любое другое средство для обеспечения 9-5 механического движения.

Устройство 7-1 также включает в себя 9-16 Дополнительные принадлежности, особенно 9-17 Газоотвод, как показано на рисунке 24. 9-17 Удаление газа осуществляется в случаях, когда нежелательный газ, обычно легковоспламеняющийся или токсичный, выделяется в достаточном количестве. Примером может служить реакция расщепления воды при электролизе, в результате которой образуется легковоспламеняющийся водородный газ. В некоторых случаях токсичный 6-9 газ аммиак, как 1-15 побочный продукт в жидкой форме, может испаряться в дым. 9-17 Газоотвод состоит из закрытого или открытого вариантов. Закрытый 9-17 газоотвод - это просто сделать газонепроницаемое пространство устройства 7-1 и направить газ в определенный поток, например, в конденсатор или горелку. Открытый 9-17 газоотвод - это установка, похожая на дымоход, которая использует эффект дымохода для всасывания газов. Открытый 9-17 газоотвод используется, когда газ не нужно изолировать, а закрытый 9-17 газоотвод используется, когда газ нужно изолировать. В некоторых вариантах реализации 9-17 Газоотвод можно не использовать, если выделение газа минимально.

Другие принадлежности 9-16 включают 9-18 Проводящую щетку и 9-19 Восковую обработку. Также было сложно поддерживать электрический контакт, когда электрод постоянно находится в движении. Однако электрический контакт устанавливается с помощью проводящего твердого тела в контакте с электродом. В некоторых вариантах осуществления это происходит через 4-2 устройство удаления твердого тела 9-8 Удаление твердого тела. В некоторых вариантах осуществления дополнительные электрические контакты, помимо 4-2 устройства удаления, обеспечиваются, как показано на фиг. 26, например, проводящая щетка 9-18, обычно, но не обязательно, изготовленная из углерода в форме графита, прикрепляется через опору 26-1 принадлежности. В некоторых вариантах осуществления электрод непрерывно покрыт тонким слоем скользкого материала, такого как 9-19 парафин, прикрепленный через аналогичную вспомогательную опору 26-1, как показано на фиг. 27, для облегчения снятия электрода с помощью слоя 27-1 парафина. В некоторых вариантах осуществления, 9-19 нанесение воска осуществляется с помощью куска воска, твердого при трении с поверхностью электрода. В

некоторых других реализациях для нанесения воска 9-19 используется более сложное устройство для нанесения воска 9-19.

### **9-1 Цилиндрический электрод**

Для варианта 9-1 Цилиндрический электрод рекомендуемая установка устройства 7-1 показана на рисунке 11. Она имеет цилиндрический сосуд 9-20, в котором находится электролит 1-7.

Электролит 1-7 поступает из 22-1 входа электролита, а затем выходит из 22-2 выхода электролита.

Для уменьшения сопротивления контр электрод 10-1 представляет собой проводящую цилиндрическую поверхность, прикрепленную к внутренней стенке сосуда 9-20. Для удобства эксплуатации боковые стенки сосуда 9-20, служащие как 9-15 встроенном в варианте 9-13 опоры и рамы, могут быть сделаны прозрачными, чтобы через 2 из 22- 3 боковых окон можно было наблюдать за любыми изменениями в сосуде 9-20.

9-5 Механика включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерация движения в данном случае включает 19-1 двигатель/мотор для привода 2 из 19 2 шестерен и 2 из 19-3 систем валов для привода 9-1 цилиндрического электрода.

9-8 Удаление твердых частиц включает в себя удаление 3-5 твердых отложений с электрода цилиндра 9-1 с помощью устройства 4-2 для удаления. Имеется регулировка 21-3 лезвия для регулировки угла наклона лезвия для управления скребковым действием.

Транспортировка твердых отложений 9-9 включает открытый канал 9-12, содержащий поток промывочной жидкости 21-2, протекающий между двумя концами канала 9-12: входом промывочной жидкости 21-4 и выходом промывочной жидкости 21-5. Имеется заслонка 21-1 для предотвращения пролива 3-5 твердого осадка при его очистке с электрода.

9-17 Удаление газа включает в себя крышку 24-2 с вентиляционным выходом 24-1, соединенным с вытяжным шкафом. Остаются рукава для всасывания окружающего воздуха, а именно рукава 24-5 (промывочный трубопровод) и рукава 24-7 (каркасы электродов).

### **9-3 Электрод с вращающимся диском**

Для варианта 9-3 Вращающийся дисковый электрод рекомендуемая установка устройства 7-1 показана на рисунке 15. Он имеет цилиндрический сосуд 9-20, аналогичный цилиндрическому электроду варианта 9-1, в котором находится электролит 1-7. Электролит 1-7 поступает через вход 22-1 электролита, а затем выходит через выход 22-2 электролита. Для снижения сопротивления контр электрод 10-1 представляет собой проводящую дисковую поверхность, прикрепленную к другой стороне 9-3 вращающегося дискового электрода, отделенную куском изолятора 60-3. В некоторых вариантах осуществления контр электрод 10-1 может быть также изготовлен из проводящего материала, прикрепленного к внутренней стенке сосуда 9-20 для простоты изготовления, хотя и с некоторым повышенным сопротивлением и, следовательно, более низкой энергоэффективностью. Для удобства эксплуатации боковые стенки сосуда 9-20, служащие в варианте 9-15 встроенной опорой и рамой 9-13, могут быть выполнены прозрачными, чтобы через 2 из 22-3 боковых окон можно было наблюдать за любыми изменениями в сосуде 9-20.

9-5 Механика включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерация движения в данном случае включает в себя 19-1 двигатель/мотор для привода 2 из 19-2 шестерен и 2 из 19-3 систем валов для привода 9-3 вращающегося дискового электрода. 9-8 Удаление твердых частиц включает в себя удаление 3-5 твердых отложений с 9-3 вращающегося дискового электрода. Для регулировки угла наклона лезвия для управления скребковым действием предусмотрена регулировка 21-3 лезвия.

Транспортировка твердых отложений 9-9 включает открытый канал 9-12, содержащий поток промывочной жидкости 21-2, протекающий между двумя концами канала 9-12: входом промывочной жидкости 21-4 и выходом промывочной жидкости 21-5. Имеется заслонка 21-1 для предотвращения пролива 3-5 твердого осадка при его очистке с электрода.

9-17 Удаление газа включает в себя крышку 24-2 с вентиляционным выходом 24-1, соединенным с вытяжным шкафом. Остаются рукава для всасывания окружающего воздуха, а именно рукава 24-5 (промывочный трубопровод) и рукава 24-7 (каркасы электродов).

#### **9-4 Спиральный/винтовой электрод**

Для варианта со спиральным/винтовым электродом рекомендуемая установка устройства 7-1 показана на рисунке 17. Он имеет неполный цилиндрический сосуд 9-20, в котором находится электролит 1-7. Электролит 1-7 поступает через вход 22-1 электролита, а затем выходит через

выход 22-2 электролита. Для уменьшения сопротивления контр электрод 10-1 представляет собой проводящую дисковую поверхность, прикрепленную к другой стороне спирального/винтового электрода 9-4, отделенную куском изолятора 60-3. В некоторых вариантах осуществления встречный электрод 10-1 может быть также изготовлен из проводящего материала, прикрепленного к внутренней стенке сосуда 9-20 для простоты изготовления, хотя и с некоторым повышенным сопротивлением и, следовательно, более низкой энергоэффективностью. Для удобства эксплуатации боковые стенки сосуда 9-20, служащие в варианте 9-15 встроенной опорой и рамой 9-13, могут быть выполнены прозрачными, чтобы через 2 из 22-3 боковых окон можно было наблюдать за любыми изменениями в сосуде 9-20.

9-5 Механика включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерация движения в данном случае включает 19-1 двигатель/мотор для привода 2 из 19-2 шестерен и 2 из 19-3 систем валов для привода 9-4 спирально-винтового электрода. 9-8 Удаление твердых частиц включает удаление 3-5 твердых отложений с 9-4 спирально-винтового электрода с помощью 4-2 устройства для удаления. На рисунке это был винт, вращающийся вместе, в одном или противоположном направлении вращения, в контакте с электродом 9-4 спирали/винта, чтобы счистить

3-5 твердого осадка путем истирания. В некоторых вариантах реализации это могут быть стационарные лопасти, закрепленные на сосуде 9-20 или опоре 9-13.

Имеется регулировка 21-3 лезвия для регулировки угла наклона лезвия для управления скребковым действием.

Транспортировка твердых тел включает открытый канал 9-12, содержащий поток промывочной жидкости 21-2, протекающий между двумя концами канала 9-12: входом промывочной жидкости 21-4 и выходом промывочной жидкости 21-5. Имеется заслонка 21-1 для предотвращения пролива 3-5 твердого осадка при его счистке с электрода.

9-17 Удаление газа включает в себя крышку 24-2 с вентиляционным выходом 24-1, соединенным с вытяжным шкафом. Остаются рукава для всасывания окружающего воздуха, а именно рукава 24-5 (промывочный трубопровод) и рукава 24-7 (каркасы электродов).

## Электрохимическое получение 7-3 аддитивного полимера

Как первая часть 7-2 химии, 7-3 аддитивный полимер - это класс 1-8 полимеров, образующихся в результате реакции присоединения, при которой не образуется 1-15 побочный продукт.

Некоторые примерные 7-3 аддитивные полимеры включают углеродную основу без гетероатомов, такие как:

- Поливинил: Полиэтилен (PE), Полипропилен (PP), Полистирол (PS), Поливинилхлорид (PVC) и т.д.
- Полиалканы в целом, такие как полибутадиен (каучук).

Как показано на рисунке 29, электрохимическое получение 7-3 аддитивного полимера можно разделить на 29-1 гомополимер и 29-2 сополимер. В некоторых вариантах реализации гомополимер 29-1 получается в результате полимеризации с элиминированием-присоединением из исходной спиртовой группы 29-3, как показано в уравнении 2, или других вариантов 29-4, таких как сульфиды и амины.



Обратите внимание, что полимеризация может быть также инициирована со второго этапа, если в качестве исходных материалов используются ненасыщенные соединения, включающие ненасыщенные углеводороды, такие как алкены или алкины.

29-2 Сополимер, с другой стороны, может быть получен при смешивании различных исходных групп. Это могут быть различные 29-3 спиртовые группы, или даже между функциональными

группами, такими как спирт и сульфиды, когда эти различные виды присутствуют в одной и той же системе 1-7 электролита во время электрохимической реакции.

Как показано на рис. 30, 6-6 проводящие ионы могут поступать либо из мембраны 30-6, либо из растворенных ионов 30-1. Мембраны 30-6 включают, но не ограничиваются этим, мембрану 1-7 электролита для электролизера и топливных элементов, такую как протообменная мембрана 30-6 (обычно используется для кислой и нейтральной водной системы), или полимерная ионообменная мембрана 30-6 (обычно используется для щелочной водной системы). Примером такой мембраны 30-6 является мембрана Nafion, класс протонообменных мембран 30-6, обычно используемых для водородных топливных элементов. 30-1 Растворенные ионы могут быть получены из 30-2 Металлических ионов, таких как ионы лития из хлорида лития, LiCl, или 30-3 Неметаллических ионов. Неметаллические ионы обычно делятся на 30-4 органические и 30-5 неорганические. Органические варианты 30-4 включают поверхностно-активные вещества, такие как стеаратные ионы стеарата натрия (обычно используемые для изготовления мыла) или некоторые глубоко эвтектические соли или ионные жидкости, такие как хлорид холина, являющийся обычным компонентом эвтектического растворителя 31-4, или 1-бутил-3-метилимидазолий гексафторфосфат ([BMIM]PF<sub>6</sub>) как обычная ионная жидкость.

В зависимости от ситуации может потребоваться 31-1 Соразтворитель, варианты которого приведены на рисунке 31. 31-1 Соразтворитель может включать 30-4 органические и 30-5 неорганические варианты. Органические варианты 30-4 представляют собой либо 31-2 дизайнерскую молекулу, особенно 31-3 краун-эфир, используемый для растворения металлических ионов в органической фазе (например, 15-Краун-5 для растворения ионов натрия в органической фазе), либо обычный 31-4 растворитель, такой как ацетон, который имеет смешиваемость или растворимость как в органической, так и в полярной фазе. 30-5 Неорганические варианты включают 6-9 Аммиак и воду как обычный растворитель, который также иногда образуется как 1-15 побочный продукт в реакции.

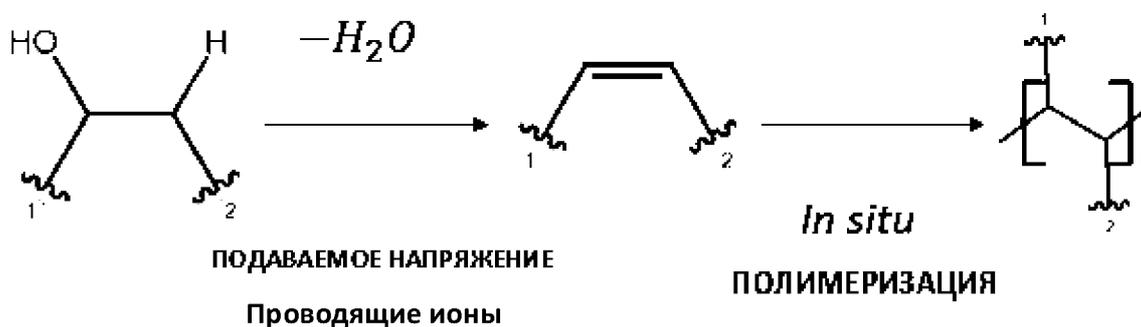
32-1 Добавки состоят из 1-13 Катализаторов, описанных на рисунке 32, классифицированных на 32-2 Окислительно-восстановительные и 32-3 Другие. Он может включать 32-2 Окислительно-восстановительный катализатор, в частности, электронный челнок, который работает, облегчая перенос электронов на окислительных и восстановительных стадиях реакции, например,

триариламины и пиридины. 32-3 Другие включают катализатор, который работает путем вмешательства в нередокс-стадии реакции, включают координационный 1-13 катализатор, такой как смесь тетрахлорида титана ( $TiCl_4$ ) и триэтилалюминия ( $Al(C_2H_5)_3$ ), который облегчает стадию распространения, обеспечивая место для молекулы мономера, чтобы собраться через координационную связь с переходным металлом. Хотя добавки 32-1 обычно представляют собой гомогенный катализатор в жидкой форме, в некоторых вариантах реализации он также может состоять из суспензии твердых катализаторов.

### 29-3 Спиртовая группа

Основной вариант - спирт в качестве исходного материала, что приводит к случаю дегидратации-полимеризации, где вода образуется в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 3.

Гомополимер



### Уравнение 3

Примеры включают следующие общие 1-8 полимеры, показанные в таблице 10:

Таблица 10 Общие примеры и исходные материалы

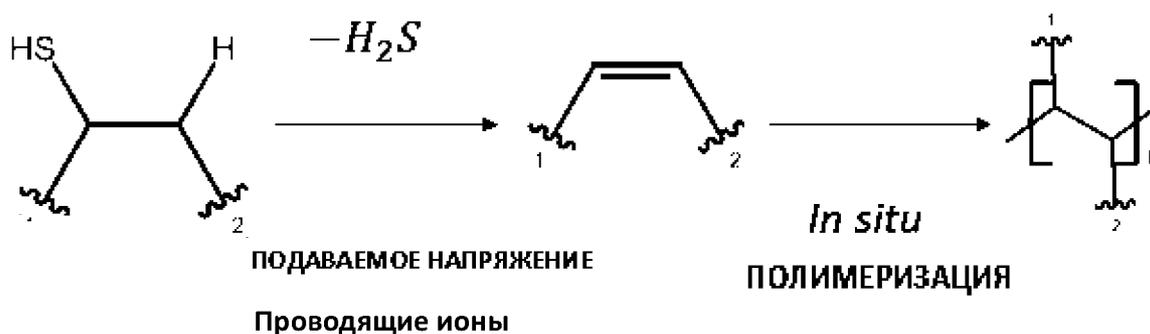
1	2	Продукция
H	H	Полиэтилен (ПЭ)
H	CH <sub>3</sub>	Полипропилен (PP)
H	Фениловая группа	Полистирол (PS)
H	ОН	Поливиниловый спирт (PVOH)

H	Cl	Поливинилхлорид (ПВХ)
H	Нитрил	Полиакрилонитрил (ПАН)
H	COOH	Полиакрилат (ПАК)
H	Винил	Полибутадиен синтетический каучук

#### 29-4 Варианты: Сульфиды

Подобно реакции 29-3 спиртовой группы, сульфиды также могут реагировать электрохимически с образованием 7-3 аддитивного полимера, но с образованием сероводорода в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 4 и уравнении 5:

Гомо полимер



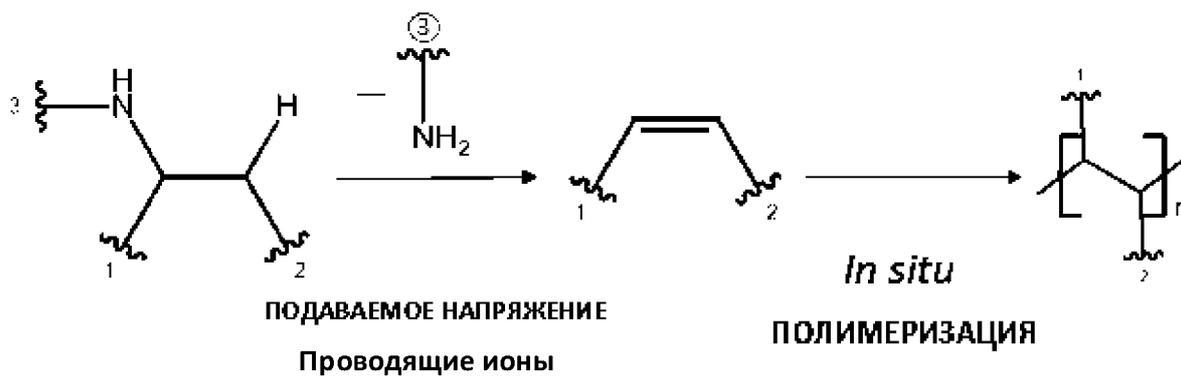
Ко-полимер



### 29-4 Варианты: Амины

Подобно реакции спирта и сульфида, амины также могут вступать в электрохимическую реакцию с образованием 7-3 аддитивного полимера, с образованием аминов в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 6 и уравнении 7:

Гомополимер



Уравнение 6

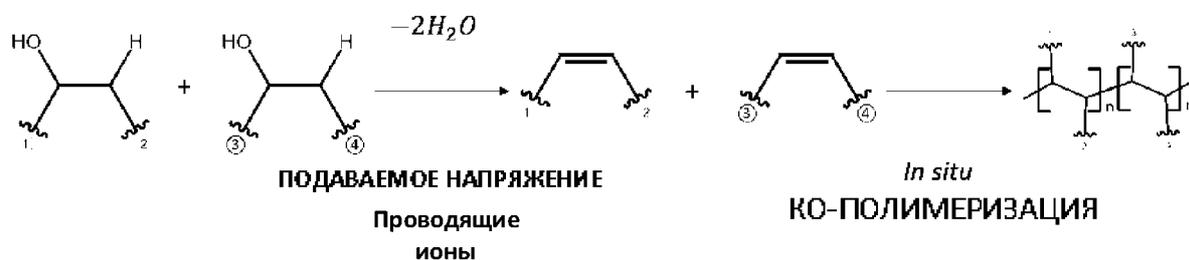
Обратите внимание, что если замещающая группа 3 выше является атомом водорода, то вместо амина образуется 6-9 аммиак.

Ко-полимер



Уравнение 7

### 29-2 Ко-полимер



**Уравнение 8**

Как упоминалось ранее, 29-2 сополимер может образоваться, если в системе 1-7 электролита присутствуют различные типы исходных спиртов, как показано в уравнении 8. Различные типы исходной группы, такие как спирт с сульфидом или амином, также приведут к аналогичному конечному продукту 29-2 Сополимер.

Некоторые примеры 29-2 сополимера приведены в таблице 11:

Таблица 11 Общие примеры сополимеров и исходные материалы

1	2	3	4	Продукция
H	H	H	Cl	винилхлорид-этиленовый пластик (VCE)
H	H	H	COOH	Пластик из этилен-акриловой кислоты (EAA)
H	Cl	H	OC=OCH <sub>3</sub>	Поливинилхлорид-ацетат (PVCA/VCVAC)
H	H	H	OH	Пластик из этиленвинилового спирта (EVOH)

Заметим также, что 29-2 сополимер может образоваться при наличии 3 или более типов исходных химических веществ, например, распространенной смолы акрилонитрил-бутадиен-стирола (АБС), типа ценного и широко используемого инженерного пластика согласно таблице 12:

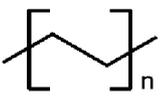
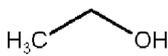
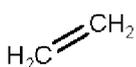
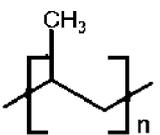
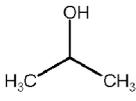
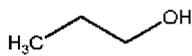
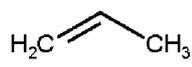
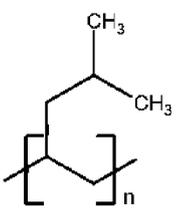
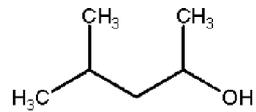
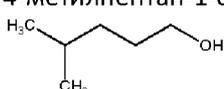
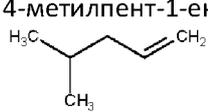
Таблица 12 Образец исходного материала для сложного 29-2 сополимера смолы ABS

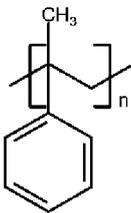
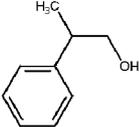
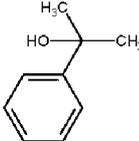
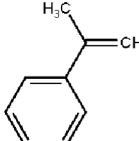
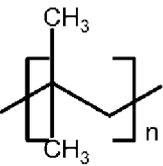
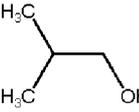
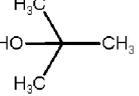
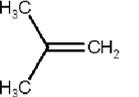
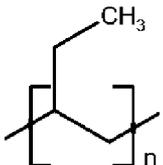
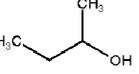
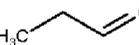
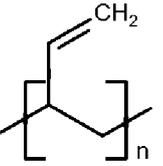
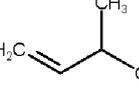
1	2	3	4	5	6	Продукция
H	Фенил	H	H	H	Нитрил	Акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS)

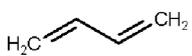
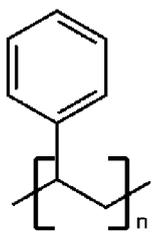
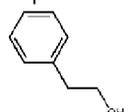
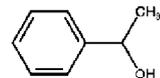
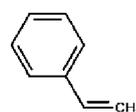
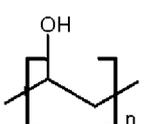
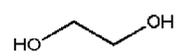
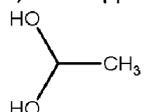
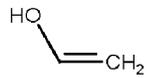
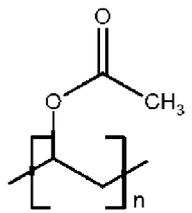
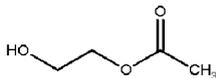
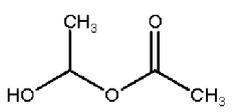
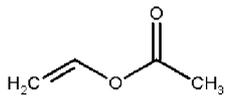
Обратите внимание, что порядок 29-2 сополимера для каждой единицы может быть произвольным.

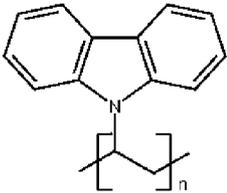
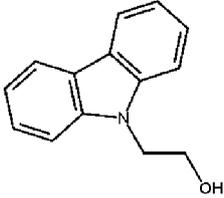
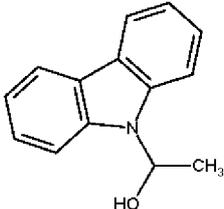
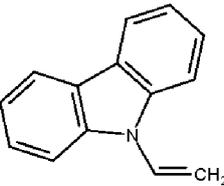
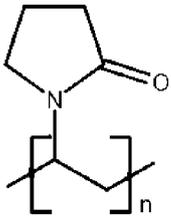
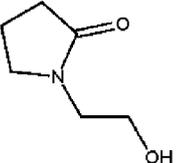
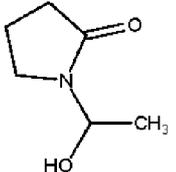
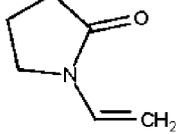
В следующей таблице 13 приведены более специфические реакции полимеризации с добавлением:

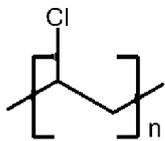
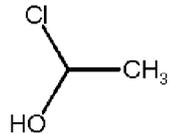
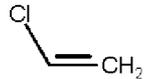
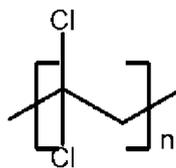
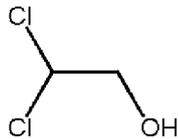
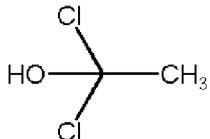
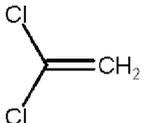
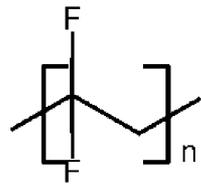
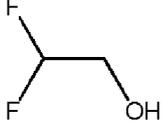
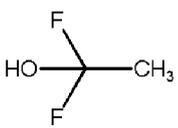
Таблица 13 Специфические реакции аддитивной полимеризации

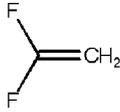
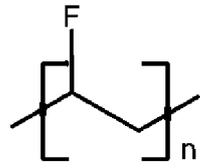
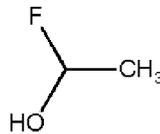
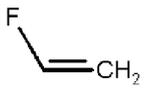
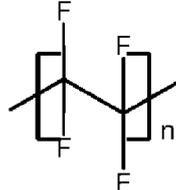
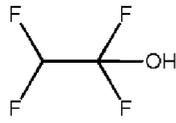
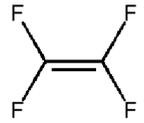
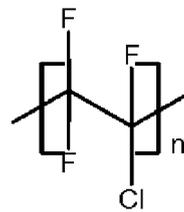
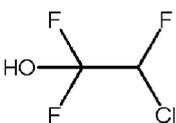
Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактивы	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
Алкил	PE Полиэтилен 	Этанол  Этен 	-
	PP Полипропилен 	Пропан-2-ол  н-пропанол  Пропена 	-
	PMP поли-4-метилпентен-1 	4-метилпентан-2-ол  4-метилпентан-1-ол  4-метилпент-1-ен 	-

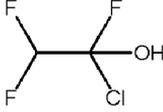
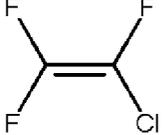
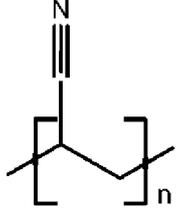
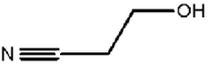
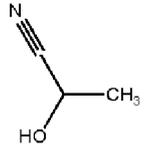
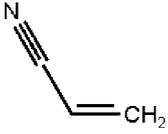
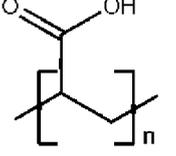
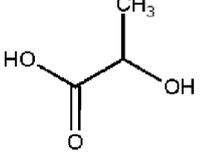
	<p>PMS Поли-<math>\alpha</math>-метилстирол</p> 	<p>2-фенил-1-пропанол</p>  <p>2-фенил-2-пропанол</p>  <p>2-фенилпропен</p> 	-
	<p>PIB полиизобутилен</p> 	<p>Изобутанол</p>  <p>Терт-бутанол</p>  <p>Изобутен</p> 	-
Термопластичные эластомеры (TPE)	<p>PB полибутен</p> 	<p>бутан-2-ол</p>  <p>н-бутанол</p>  <p>н-бутен</p> 	-
	<p>PBD 1,2-полибутадиен</p> 	<p>3-Бутен-1-ол</p>  <p>3-Бутен-2-ол</p> 	-

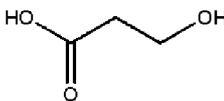
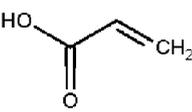
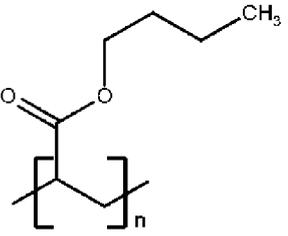
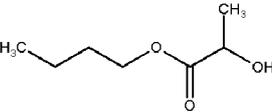
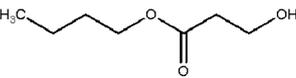
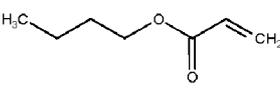
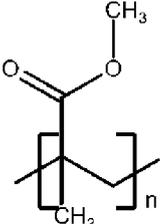
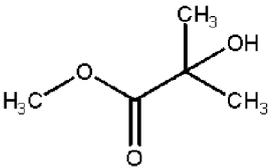
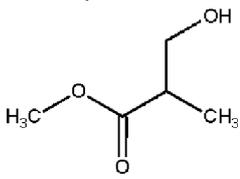
		<p>1,3-butadiene</p> 	
Арил	<p>PS Полистирол</p> 	<p>2-фенилэтанол</p>  <p>1-фенилэтанол</p>  <p>Фенилэтен</p> 	-
	<p>PVOH поли(виниловый спирт)</p> 	<p>Этилен гликоль</p>  <p>1,1-Этандиол</p>  <p>Этенол</p> 	-
	<p>PVA поли(винил ацетат)</p> 	<p>2-Гидроксиэтил ацетат</p>  <p>1- Гидроксиэтил ацетат</p>  <p>Винил-ацетат</p> 	-

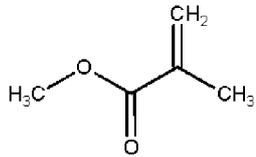
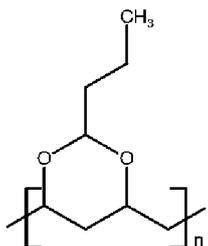
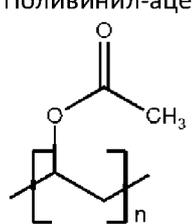
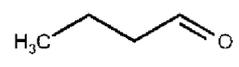
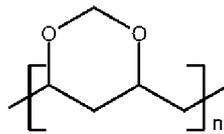
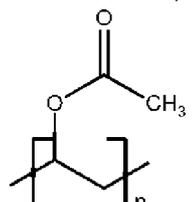
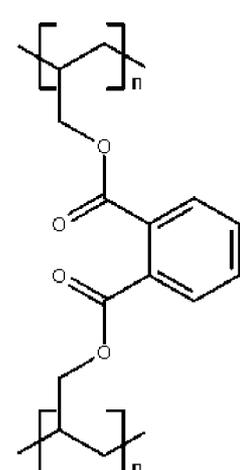
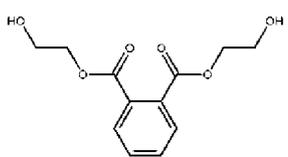
Атом азота	<p>PVK Поли-N-винилкарбазол</p> 	<p>Карбазол-9-этанол</p>  <p>Карбазол-9-этан-2-ол</p>  <p>Карбазол-9-этен</p> 	-
	<p>PVP Поли-N-винилпирролидин</p>  <p>Поливинилпирролидон (ПВП), также часто называемый поливидоном или повидоном</p>	<p>1-(2-гидроксиэтил)-2-пирролидон</p>  <p>1-(1-гидроксиэтил)-2-пирролидон</p>  <p>1-(винил)-2-пирролидон</p> 	-

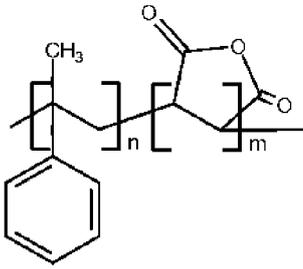
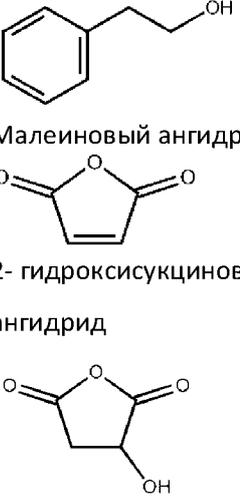
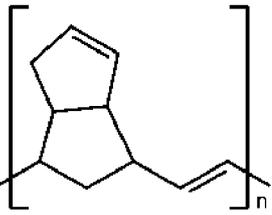
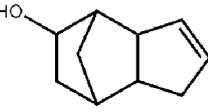
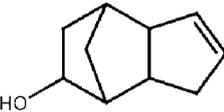
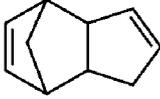
Галогенид	PVC Поливиниловый хлорид 	2-Хлорэтанол  1-хлорэтанол  Хлорэтен 	-
	PVDC поли(винилиден хлорид) 	2,2-Дихлорэтанол  1,1-Дихлорэтанол  1,1-дихлорэтен 	-
	PVDF поливинилиден фторид 	2,2-Дифторэтанол  1,1-Дифторэтанол 	-

		1,1-дифторэтен 	
	PVF поливиниловый фторид 	2-фторэтанол  1-фторэтанол  Флуорэтен 	-
	PTFE политетрафторэтилен 	1,2,2,2-Тетрафторэтанол  Тетрафторэтен 	-
	PCTFE полихлортрифторэтилен 	2- хлоро 1,1,2- трифторэтанол 	-

		<p>1- хлоро -1,2,2-трифторэтанол</p>  <p>Клоротрифлуорэтен</p> 	
Акрилонитрил	<p>PAN полиакрилонитрил</p> 	<p>3-Гидроксипропионитрил</p>  <p>1-Гидроксипропионитрил</p>  <p>2- пропенинитрил</p> 	-
Акрилат	<p>РАК полиакрилат</p>  <p>РАА - поли(акриловая кислота)</p>	<p>Лактановая кислота</p>  <p>3- Гидроксипропионовая кислота</p>	-

		 <p>Акриловая кислота</p> 	
	<p>РВАК поли(бутил акрилат)</p> 	<p><i>n</i>- Бутил лактат</p>  <p>Бутил 3- гидроксипроаноат</p>  <p><i>n</i>- бутил акрилат</p> 	-
	<p>PMMA</p>  <p>PMMA поли(метил метакрилат)</p>	<p>метил 2-гидрокси-2- метил-пропионат</p> <p>Метил 2- гидроксиизобутират</p> <p>Метил 2-метиллактат</p>  <p>Метил 3-гидрокси-2- метилпроаноат</p> 	-

		<p>Метилметакрилат</p> 	
Дополнение (4 углеродная основа)	<p>PVB поли(винил бутирал)</p> 	<p>PVA Поливинил-ацетат</p> 	<p>Бутиральдегид</p> 
	<p>PVFM поли(винил формаль)</p> 	<p>PVA Поливинил-ацетат</p> 	<p>Формальдегид</p> $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$
Специальный	<p>PDAP поли(диаллил фталат)</p> 	<p>Di (гидроксипропил) фталат</p> 	-
	<p>SMAH Стирол-малеиновый ангидридный пластик</p>	<p>1- Фенилэтанол</p>	

	 <p>Стирол малеиновый ангидрид (SMA)</p>	 <p>Малеиновый ангидрид</p> <p>2- гидроксисукциновый ангидрид</p>	
<p>33-13</p> <p>Полимеризация с раскрытием кольца (аналогично добавлению)</p>	<p>PDCPD</p> <p>полидипентадиен</p> 	<p>Трицикло [5.2.1.0<sup>2,6</sup>]dec-4-en-8-ol</p>  <p>Трицикло [5.2.1.0<sup>2,6</sup>]dec-3-en-8-ol</p>  <p>Дициклопентадиен</p> 	

## Электрохимическое получение 7-4 конденсационного полимера

Как показано на рисунке 33, 7-4 Конденсационный полимер - это класс 1-8 полимеров, образующихся в результате конденсационной полимеризации как второй части 7-2 химии. Он включает, но не ограничивается этим:

- 33-2 Полиэфир (включая целлюлозу, фуран, фенольные и родственные смолы)
- 33-5 Полисульфид
- 33-6 Полиамин
- 33-8 Полиэфир
- 33-9 Полиамид
- 6-7 Поликарбонаты
- 33-10 Полиангидрид
- 33-11 Полиимид
- 33-12 Полиуретан
- 33-13 Раскрытие кольца
- 33-14 Гетероатомы: Полисилоксаны Полисульфон, Полифосфат, Полинитрат

Электрохимическое производство 7-4 Конденсационного полимера включает 33-1 Конденсацию и переэтерификацию. 33-1 Конденсация включает межмолекулярную элиминацию активных групп для соединения молекул вместе, в то время как переэтерификация включает более сложную элиминацию, часто с карбонильными группами.

### 33-1 Конденсация: 33-2 Полиэфир

Простейшей реакцией является электрохимическая 33-1 конденсация диола с образованием 33-2 полиэфира с образованием воды в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 9:

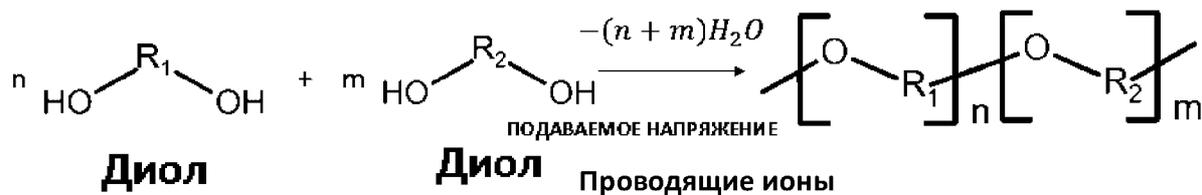
Гомополимер



Уравнение 9

Как и при производстве 7-3 аддитивных полимеров, сополимеризация между различными типами диолов возможна, если они присутствуют в одной системе, как показано в уравнении 10:

Кополимер

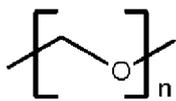
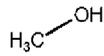
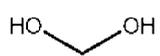
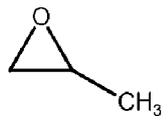


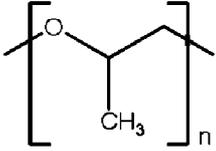
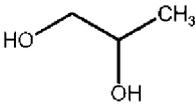
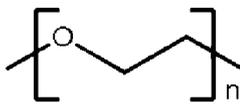
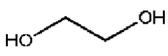
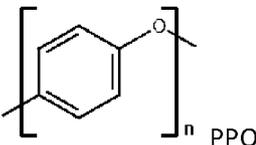
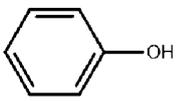
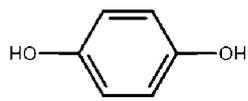
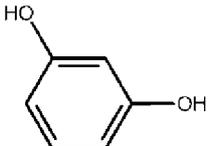
Уравнение 10

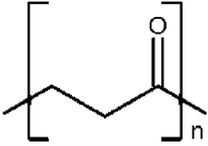
Обратите внимание, что порядок сополимера по каждой единице может быть произвольным.

Конкретные реакции, представляющие интерес, подробно описаны в таблице 14:

Таблица 14 Примеры полиэфиров 33-2

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-2 Полиэстер	Ацеталь (РОМ)  РОМ полиоксиметилен; полиацеталь; полиормальдегид	Метанол  Формальдегид $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ Метановое масло (Присутствие формальдегида в воде) Метилен гликоль 	
	РРОХ поли(оксид пропилена)	Оксид пропилена  Пропилен	

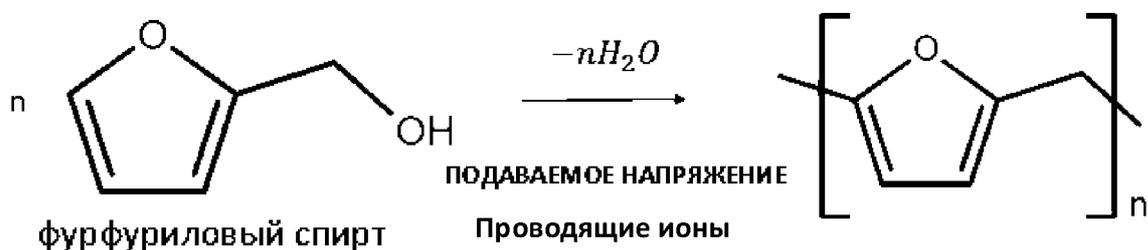
	 <p>Полипропилен гликоль</p>	<p>гликоль</p> 	
	<p>PEOX поли (оксид этилена)</p>  <p>Полиэтиленгликоль (ПЭГ), полиэтиленоксид (PEO) или полиоксиэтилен (POE)</p>	<p>Оксид этилена</p>  <p>Этилен гликоль</p> 	
	<p>PPE поли(фениленовый эфир)</p>  <p>PPO</p>	<p>Фенол</p>  <p>Гидрохинон</p>  <p>Или сополимеризация гидрохинона с резорцинолом</p> 	

	РК поликетон 	 Циклопропанон Рейтерин 3-гидроксипропаналь 	
--	---	---	--

### 33-1 Конденсация: 33-3 Моноалкоголь: Фурановые и фенольные смолы

Когда углеродная основа представляет собой определенные циклические ароматические соединения, такие как фуран и фенол, 33-1 Конденсация все еще может происходить с одной спиртовой группой, как показано в уравнении 11 и уравнении 12. Конечным продуктом является либо 33-2 полиэфир, либо полиалкановые группы.

Фурановая смола



Уравнение 11

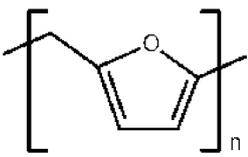
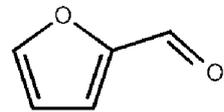
Фенольная смола



Уравнение 12

Обратите внимание, что в вышеуказанных случаях нет соседнего атома водорода для внутримолекулярной дегидратации/элиминирования, поэтому межмолекулярная реакция является единственной доступной реакцией. В таблице 15 описана реакция фурана и фенольной смолы, представляющая коммерческий интерес:

Таблица 15 Примеры фурана и фенольных смол

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
Конденсация (фуран)	FF Фуран-формальдегидная смола Фурфуральная смола  Полифурфурил	Фуран  Формальдегид $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ Фурфурол 	

### 33-1 Конденсация: 33-4 Целлюлоза

Примечательно, что углеродная основа может состоять из сахара или его производного, в этом случае конечный продукт образования 33-2 полиэфира фактически представляет собой смолу 33-4 целлюлозы, часто полезную для применения в качестве биоразлагаемого 1-8 полимера. Например, исходным материалом может быть глюкоза, как показано в уравнении 13:

Гомополимер



Уравнение 13

Аналогичная реакция применима для производных сахаров, таких как глюкоза с некоторыми -ОН группами, этерифицированными ацетатной группой, как показано в уравнении 14:

Производные: такие как 33-4 Ацетат целлюлозы



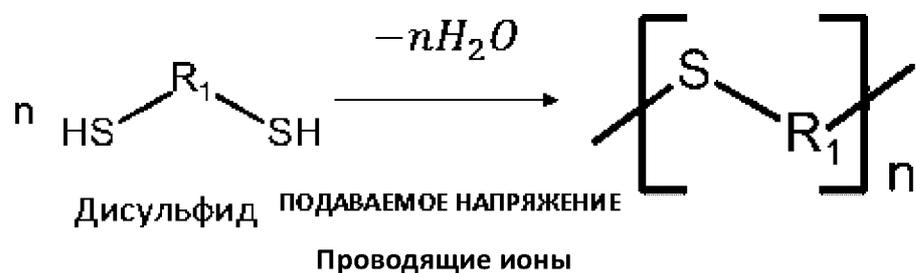
Уравнение 14

33-4 Сополимеры целлюлозы также возможны, если в ходе реакции в одной системе смешиваются различные сахара.

### 33-1 Конденсация : 33-5 Полисульфид

Подобно 33-2 полиэфиру, 33-5 полисульфиды могут быть получены электрохимическим путем из дисульфида, как показано в уравнении 15:

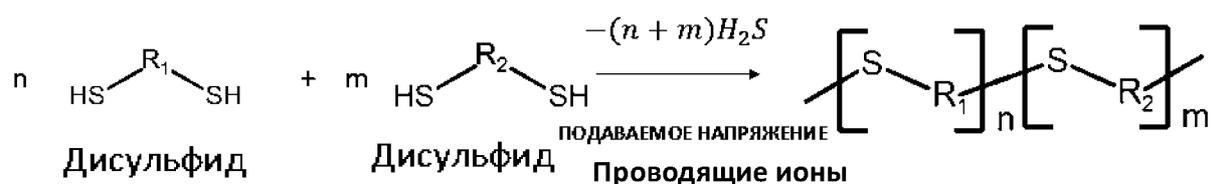
Гомополимер



Уравнение 15

Сополимеры также возможны, когда различные дисульфиды смешиваются в одной системе, как показано в уравнении 16:

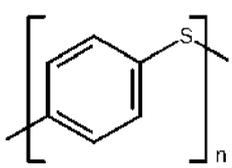
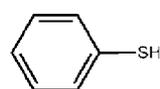
Кополимер



Уравнение 16

Примечательная реакция полисульфида описана в таблице 16:

Таблица 16 Примеры полисульфидов 33-5

Заместители ветви	1 8 Полимер P	1 6 Реактанты	
		68 1 Материал А	68-2 Материал В
33-5 Полисульфид	PPS поли (фенилен сульфид)  Полифенилен сульфид	Тиофенол 	-

### 33-1 Конденсация: 33-6 Полиамины

Подобно 33-2 полиэфирам и 33-5 полисульфидам, 33-6 полиамины могут быть получены электрохимическим путем из диамина, как показано в уравнении 17:

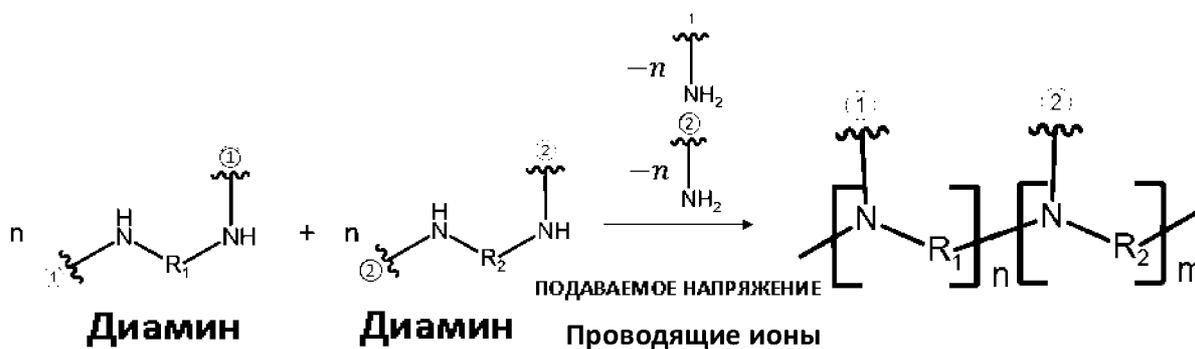
Гомополимер



Уравнение 17

Сополимеры могут быть получены при смешивании различных типов диаминов в одной системе, как показано в уравнении 18.

Кополимер



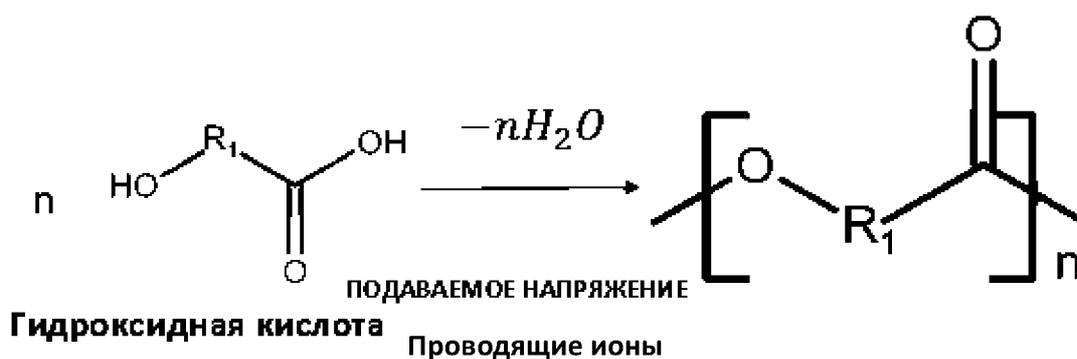
Уравнение 18

### 33-7 Переэтерификация: 33-8 Полиэфир

33-8 Полиэфир может быть получен в результате 33-7 Переэтерификации, которая в некотором смысле очень похожа на 33-1 Конденсацию. Самый простой вариант - это реакция между спиртом

и карбоксильной кислотной группой в одной молекуле гидроксильной кислоты, как показано в уравнении 19:

Гомополимер:

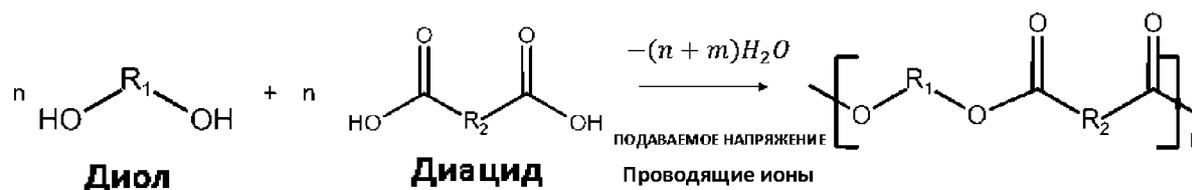


Уравнение 19

Обратите внимание, что реакция гидроксильной кислоты с образованием 33-8 полиэфира очень полезна для производства многих биоразлагаемых 1-8 полимеров, таких как полимолочная кислота из молочной кислоты и полиакрилат из акриловой кислоты.

Следующий вариант - реакция между спиртом и группами карбоновых кислот в различных молекулах, например, между диолом и диацидом, как показано в уравнении 20:

Регулярная эстерификация:

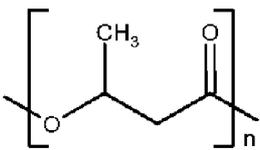
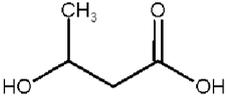
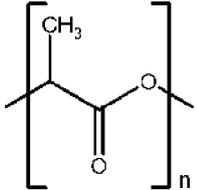
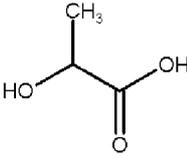
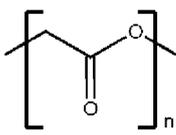
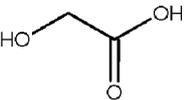
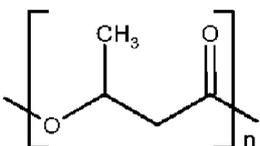
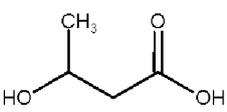
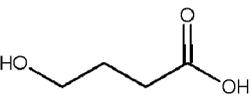


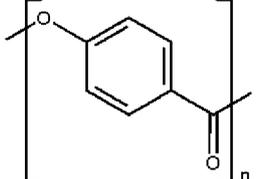
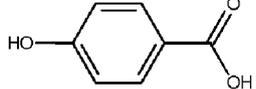
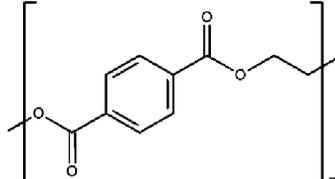
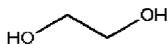
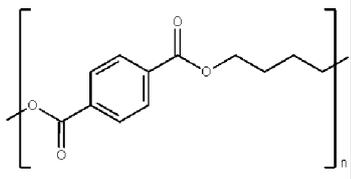
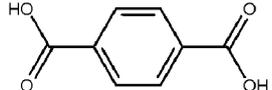
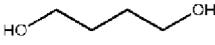
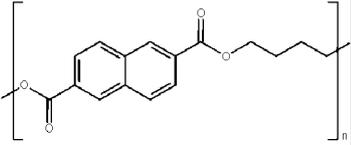
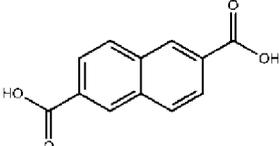
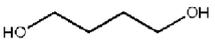
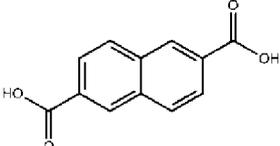
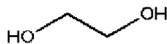
Уравнение 20

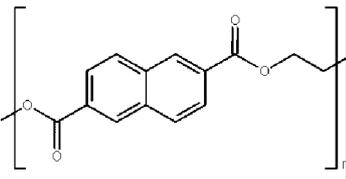
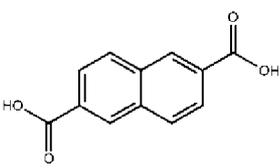
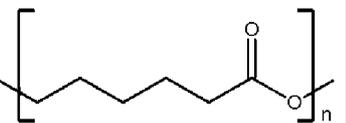
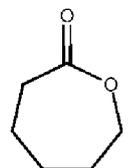
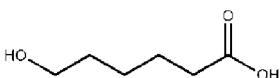
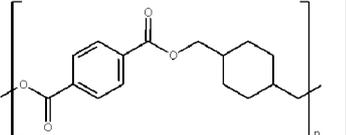
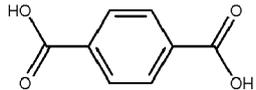
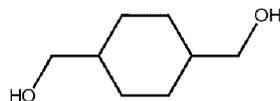
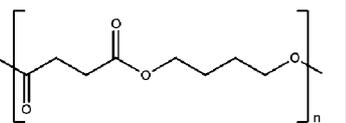
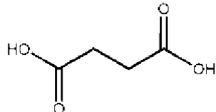
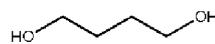
Конкретные реакции, относящиеся к классу полиэфиров, подробно описаны в таблице 17:

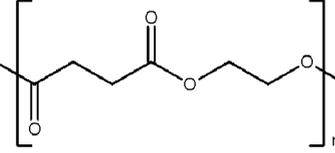
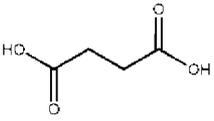
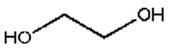
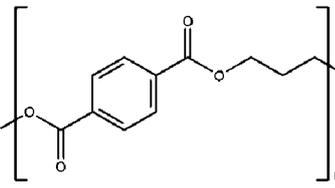
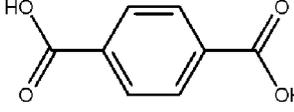
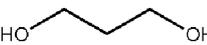
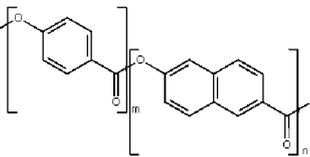
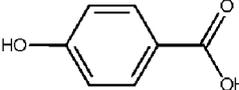
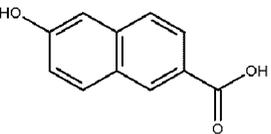
Таблица 17 Примеры полиэфиров 33-8

Заместители ветви	1-8 Полимер P	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В

<p>33-8 Полиэфир Гомополимер (внутримолекулярная конденсация) Поликислота</p>	<p>PНВ полигидроксимасляная кислота или полигидроксибутират</p>  <p>Тип полигидроксиалканоатов</p>	<p>3-гидроксимасляная кислота β-Гидроксимасляная кислота</p> 	-
	<p>PLA полимолочная кислота или полилактид</p> 	<p>Лактановая кислота</p> 	-
	<p>PGA поли(гликолевая кислота)</p> 	<p>Гликолевая кислота</p> 	-
	<p>PНA полигидроксиаланоиды или полигидроксиалканоаты</p> 	<p>2-гидроксипропаноиновая кислота</p>  <p>3-гидроксипропаноиновая кислота</p> 	

	<p>Полиарилат ПАР Поли-4-гидроксibenзоат</p> 	<p>4-гидроксibenзойная кислота</p> 	-
Регулярная конденсация	<p>РЕТ</p> 	<p>Терефталевая кислота</p> 	<p>Этилен гликоль</p> 
	<p>РВТ (полибутилен терефталат)</p> 	<p>Терефталевая кислота</p> 	<p>1,4-Бутандиол (BD) Тетраметиленгликоль</p> 
	<p>РВН поли(бутилен-нафталат)</p> 	<p>Нафталин-2,6-дикарбоновая кислота</p> 	<p>1,4-Бутандиол (BD) Тетраметиленгликоль</p> 
	<p>Полиэтилен нафталат РЕН поли(этиленнафталат)</p>	<p>Нафталин-2,6-дикарбоновая кислота</p> 	<p>Этилен гликоль</p> 

		<p>кислота</p> 	
	<p>PCL поликапролактон</p> 	<p>ε-капролактон</p>  <p>6-Гидроксигексановая кислота 6-Гидроксикапроевая кислота</p> 	
	<p>РСТ поли(циклонгексилен диметилтерефталат)</p>  <p>РССЕ поли(циклогекслиен диметилен циклогександикарбоксилат)</p>	<p>Терефталевая кислота</p> <p>1,4-бензендикарбоновая кислота</p>  <p>1,4-бензендикарбоновая кислота</p> 	
<p>PEC полиэфирный карбонат или поли(бутилен сукцинат/карбонат)</p>	<p>PBS полибутиленсукцинат</p> 	<p>Сукциновая кислота</p> 	<p>1,4 бутандиол Тетраметиленгликоль</p> 

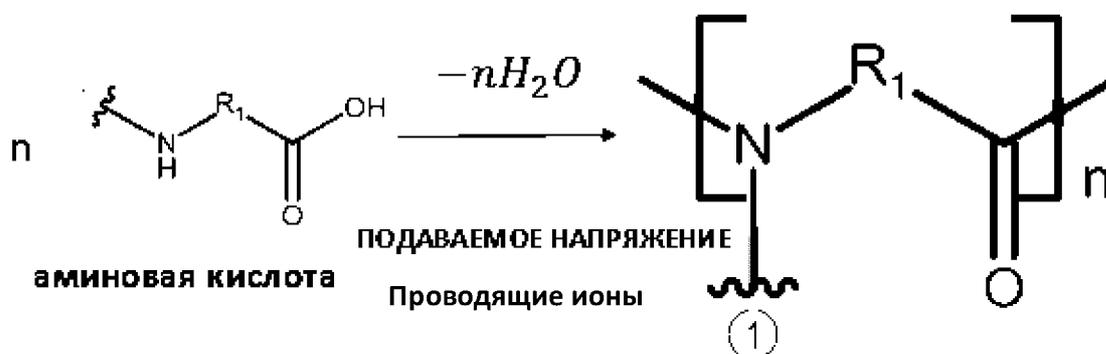
полиэфиркарбонат PEC			
	<p>PES полиэтилен сукцинат</p> 	<p>Сукциновая кислота</p> 	<p>Этилен гликоль</p> 
	<p>РТТ политриметилен терефталин)</p> 	<p>Терефталевая кислота</p> 	<p>1,3 Пропандиол</p> 
Разное	<p>LCP Жидкокристаллический 1 8 полимер</p>  <p>Пример</p>	<p>4-гидроксибензойная кислота</p> <p>п-гидроксибензойная кислота (PHBA)</p>  <p>6-Гидрокси-2-нафтойная кислота</p> 	

### 33-7 Переэтерификация: 33-9 Полиамид

33-9 Полиамид - это класс полезных 1-8 Полимерных материалов, он включает биологические белки и такие материалы, как нейлон и кевлар. По очень похожей схеме, как и 33-8 Полиэстер, он включает реакцию между амином и группами карбоновых кислот для получения продукта.

Простейшим вариантом является полимеризация аминокислот, когда группы амина и карбоновой кислоты находятся в одной молекуле, как показано в уравнении 21:

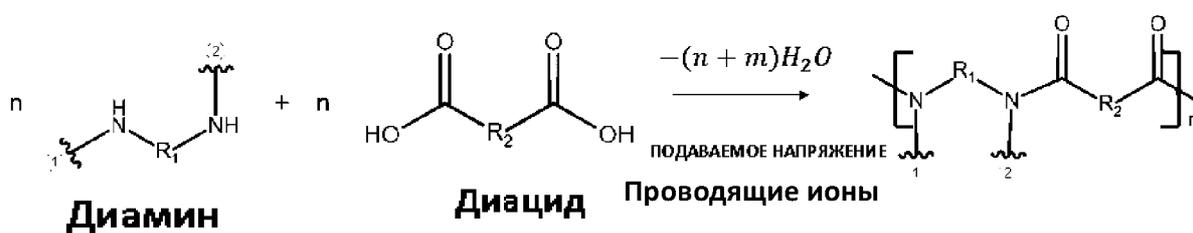
Гомополимер:



Уравнение 21

Другой вариант - этерификация групп амина и карбоновой кислоты в разных молекулах, между диамином и диацидом, как показано в уравнении 22:

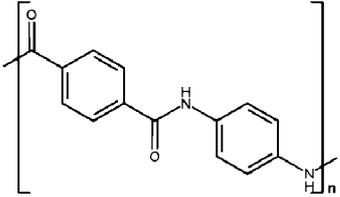
Обычная конденсация:



Уравнение 22

Реакция полиамида, представляющая интерес, описана в таблице 18:

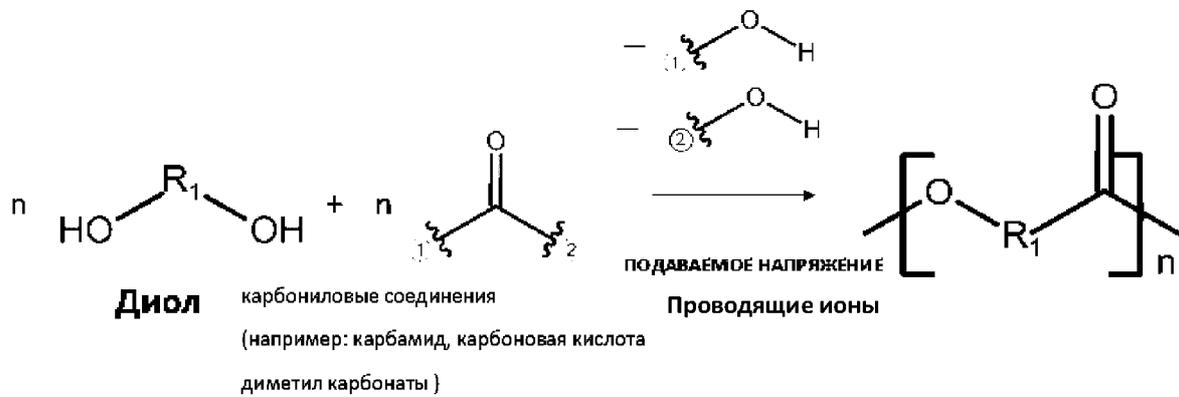
Таблица 18 Примеры полиамидов 33-9

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-9 Полиамиды (ПА)	Нейлон PAPA поли(арил амид) ПАА 	Терефталевая кислота 	п-Фенилендиамин (PPD) 

### 33-7 Переэтерификация: 6-7 Поликарбонаты

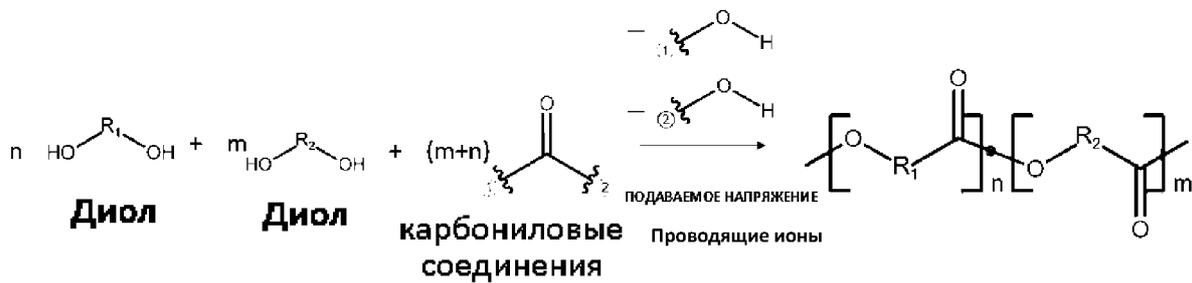
6-7 Поликарбонаты также могут быть получены электрохимическим путем в результате реакции между диолом и карбонильными соединениями, как показано в уравнении 23. Это очень полезная реакция, поскольку карбонильные соединения могут включать (но не ограничиваться ими) 6-1 мочевины, которая в избытке является дешевой, но не сверхтоксичной, карбоновую кислоту, получаемую при секвестрации углекислого газа, и диметилкарбонаты, используемые в промышленности в качестве 5-3 товарных химикатов. Кроме того, в качестве 1-15 побочного продукта получают спирты, которые часто извлекаются в качестве полезного топлива или ценных 5-5 сырьевых химикатов.

Гомополимер



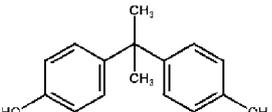
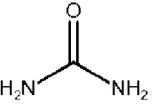
При наличии различных диолов могут быть получены сополимерные карбонаты, как показано в уравнении 24:

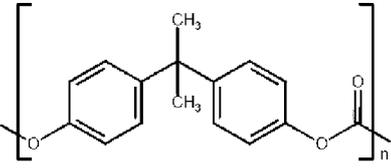
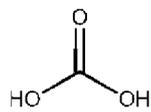
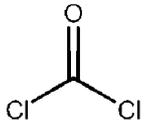
Кополимер



Реакция поликарбоната, представляющая интерес, описана в таблице 19:

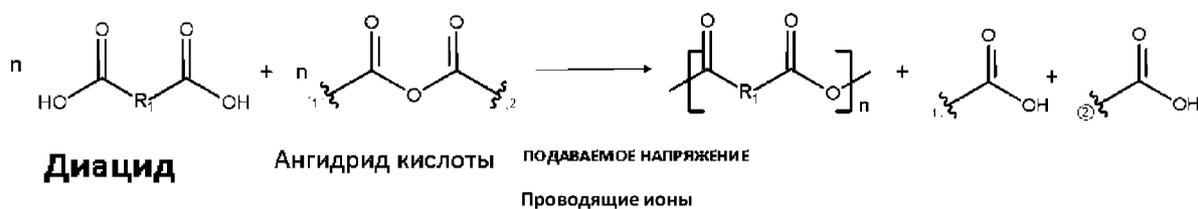
Таблица 19 Примеры поликарбонатов 6-7

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
6-7 Поликарбонаты	ПК	Бис-фенол А (ВРА) 	6-1 Карбамид 

	<p>6-7 Поликарбонаты</p> 	<p>Карбоновая кислота</p>  <p>6-3 Фосген, или дигалогениды карбонила</p> 
--	--	---

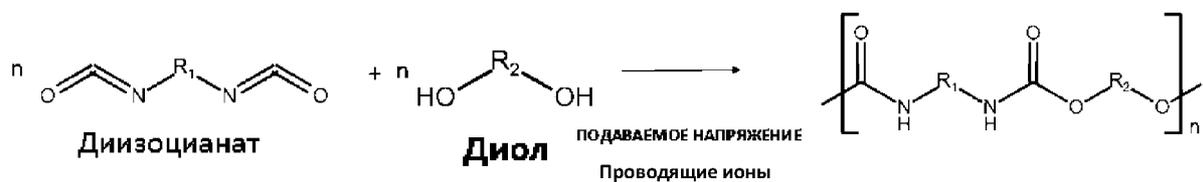
### 33-7 Переэтерификация: 33-10 Полиангидрид

33-10 Полиангидрид может быть получен электрохимическим путем из диацида и ангидрида кислоты, как показано в уравнении 25. Побочным продуктом является карбоновая кислота или ее производные.



Уравнение 25

33-7 Переэтерификация: 33-12 Полиуретан 33-12 Полиуретан может быть получен электрохимическим путем из реакции между диолом и диизоцианатом, как показано в уравнении 26.



Уравнение 26

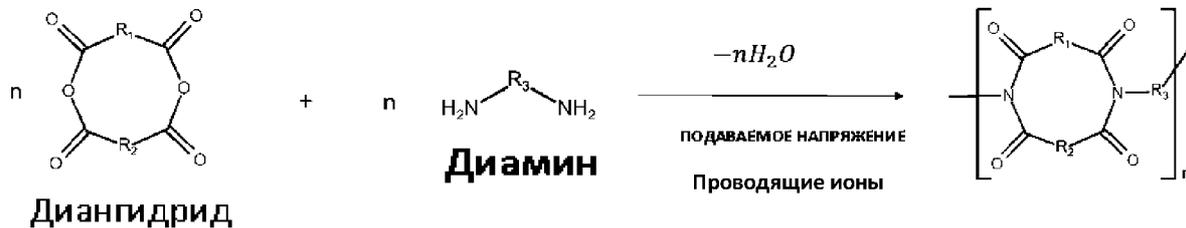
Конкретная реакция полиуретана, представляющая интерес, описана в таблице 20:

Таблица 20 Примеры полиуретанов 33-12

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-12 Полиуретан		4,4'- Метилен дифенил диизоцианат 	Этилен гликоль 

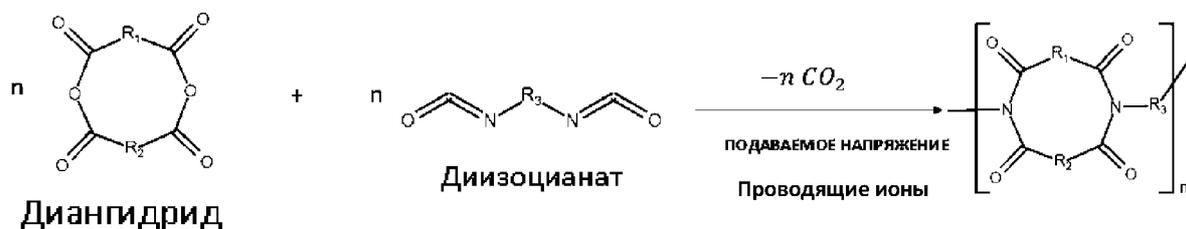
### 33-7 Переэтерификация: 33-11 Полиимид

33-11 Полиимид может быть получен в результате реакции диангирида и диамина или диангирида с диизоцианатом. Реакция диангидрид-диамин является более распространенной, поскольку диамин более распространен, как показано в уравнении 27:



Уравнение 27

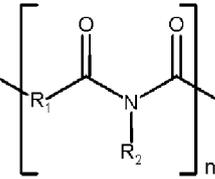
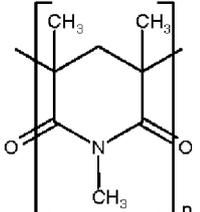
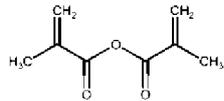
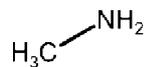
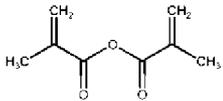
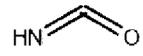
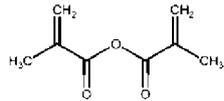
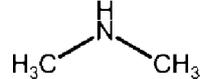
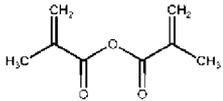
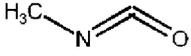
С другой стороны, в результате реакции диангидрид-диизоцианат образуется диоксид углерода, который может быть легко выделен в виде газа для 1-5 восстановления, как показано в уравнении 28.



Уравнение 28

Реакции полиимидов, представляющие интерес, более подробно описаны в таблице 21:

Таблица 21 Примеры полиимидов 33-11

Заместители ветви	1-8 Полимер P	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
PI 33-11 Полиимид 	PMI Полиметакрилиimid 	Метакриловый ангидрид   Метиламин 	Метакриловый ангидрид   Изоциановая кислота 
	PMMI Поли-N-метилметакрилиimid 	Метакриловый ангидрид   Диметиламин 	Метакриловый ангидрид   Метил изоцианат 

### 33-7 Переэтерификация: 33-13 Раскрытие кольца

Реакция раскрытия кольца является полезным способом получения 1-8 полимера из циклических соединений, как показано в уравнении 29. Циклические соединения часто представляют собой гетероатомные кольца, содержащие такие группы, как карбонил (C=O), карбонат, эфир, эстер, амин, амид, сульфид или другие группы с атомами, отличными от атома углерода.

Q может быть любой из:

- Карбонил
- Карбонат
- Эфир
- Эстер
- Амина



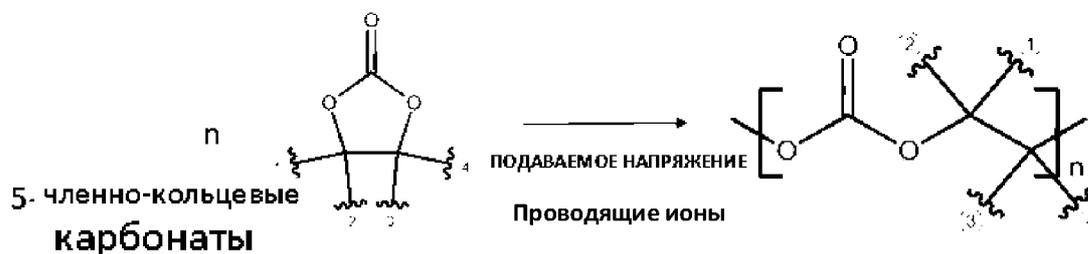
Гетероатом

Циклические соединения

Уравнение 29

Обратите внимание, что хотя уравнение началось с самого короткого из возможных колец, которым является треугольное кольцо, кольцо может быть больше за счет использования более крупных колец. В некоторых вариантах осуществления, полученный полимер 1-8 включает углеродные основы. Некоторые яркие примеры включают 33-13 раскрытие колец циклических карбонатов, которые являются основной частью производства 6-7 поликарбонатов, как показано в уравнении 30 и уравнении 31:

Примеры: Циклические карбонаты



5. членно-кольцевые  
карбонаты

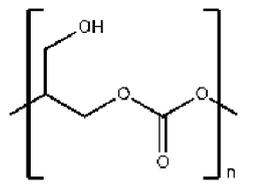
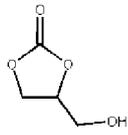
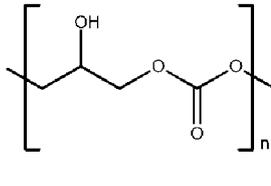
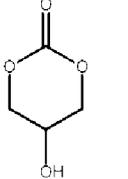
Уравнение 30



Реакция кольцевой полимеризации, представляющая интерес, подробно описана в таблице 22:

Таблица 22 Примеры полимеризации с кольцевым открытием

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
Открытие кольца	Сополимер диоксида углерода и пропилена РРС  Полипропилен 1,2 карбонат (РРС)	Пропилен 1,2 карбонат 	-
	Полипропилен 1,3 карбонат 	Пропилен 1,3 карбонат 	
	Полиэтиленкарбонат (РЕС) 	Этилен карбонат 	

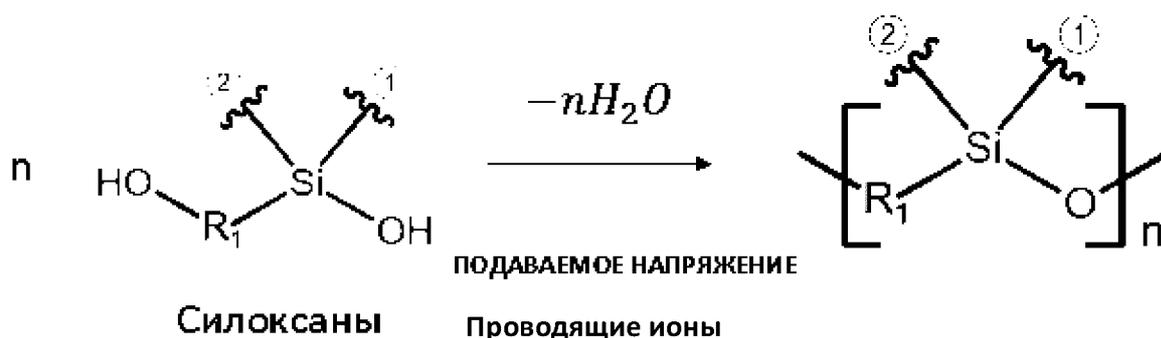
	Полиглицерин 1,2 карбонат 	Глицерин 1,2 карбонат 	-
	Полиглицерин 1,3 карбонат 	Глицерин 1,3 карбонат 	

**33-7 Переэтерификация – 33-14 Гетероатомы: Полисилоксаны  
Полисульфон, Полифосфат, Полинитрат**

Конденсация 33-1 и/или переэтерификация 33-7 также работает, если соседний атом является 33-14 гетероатомом: Полисилоксаны Полисульфон, полифосфат, полинитрат вместо атома углерода.

Например, силоксаны могут подвергаться 33-1 конденсации (аналогично 33-2 полиэфиру) с образованием 33-15 полисилоксанов, как показано в уравнении 32:

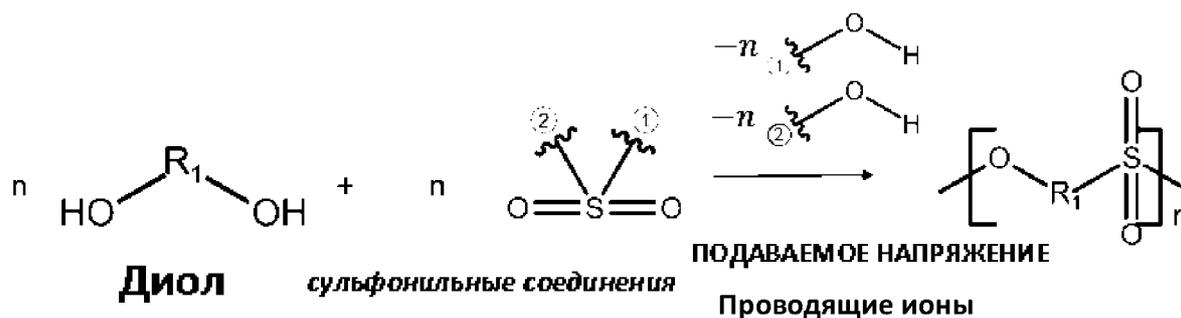
33-15 Полисилоксаны



Уравнение 32

В качестве другого примера, диол может подвергаться 33-7 переэтерификации с сульфонильными соединениями (подобно карбонильным соединениям) с образованием 33-16 полисульфонов, как показано в уравнении 33.

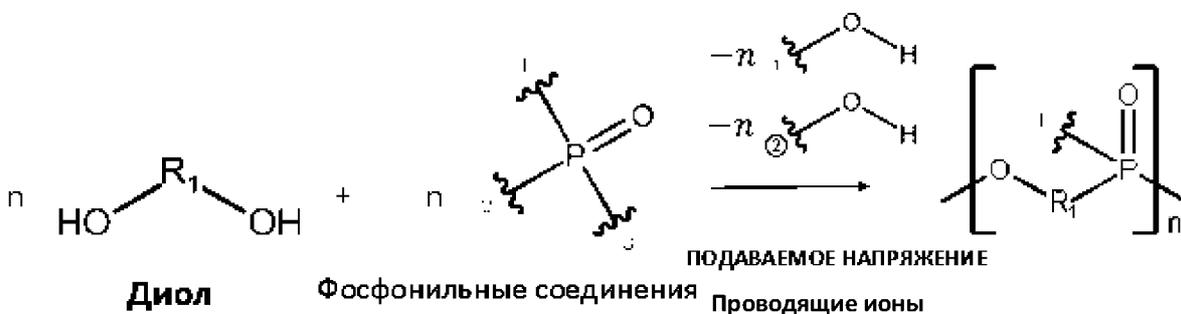
33-16 Полисульфоны



Уравнение 33

Полифосфонаты также возможны, если гетероатомом является фосфор, как показано в уравнении 34:

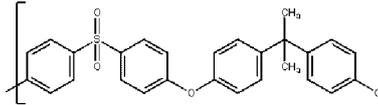
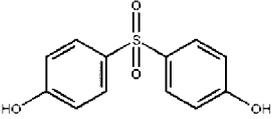
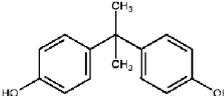
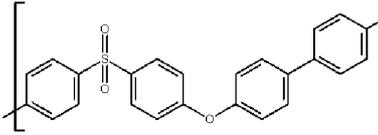
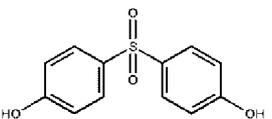
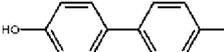
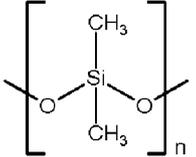
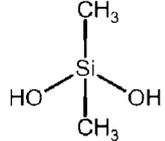
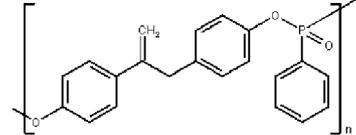
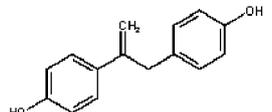
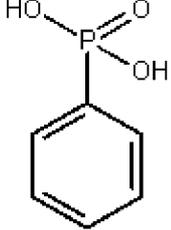
Полифосфонаты



Уравнение 34

Другие возможные варианты включают, в частности, полинитрат. Гетероатомные варианты, представляющие интерес, приведены в таблице 23:

Таблица 23 Примеры 33-14 гетероатомов: Полисилоксаны Полисульфон, полифосфат, полинитратные полимеризации

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-16 Полисульфон	Полисульфон PSU 	Бисфенол S Бис(4-гидроксифенил) сульфон 	2,2-Бис(4-гидроксифенил) пропан 
Полиарилсульфон (PSU)	PPSU поли(фениленсульфон) 	Бис(4-гидроксифенил) сульфон 	4,4'-Бифенол 
33-15 Полисилоксаны	Силиконовый пластик SI 	Диметилсиланедиол 	-
Полиарилфосфонат	BHDB-полифосфонат 	4,4'- бисгидроксидезоксибен зоин (BHDB) 	Фенилфосфонова я кислота 

## Химический процесс 7-5

Как показано на рисунке 34, процесс 7-5 включает в себя 34-1 концепцию, 34-2 ликвидацию последствий, 34-3 модернизацию, 34-4 утилизацию отходов и, наконец, 34-5 блок-схему.

### ***34-1 Концепция***

Первый вариант электрохимического 1-8 производства полимеров 5-1 eIerGreen Процесс, показанный на рисунке 35, очень похож на традиционный 7-5 процесс, но вместо него 1-2 традиционный реактор, требующий значительного 1-11 тепла, 1-12 давления и 1-13 катализатора, заменен 35-1 электрохимическим реактором, использующим 3-1 электричество и 6 6 проводящие ионы. Хотя 1-11 тепла и 1-12 давления обычно не требуется, они все же могут быть добавлены в 35-1 электрохимический реактор по мере необходимости в зависимости от типа реакции, и даже в этом случае часто с существенно более низкой температурой и 1-12 давлением, чем в традиционном 7-5 процессе.

Общий вариант, Вариант 1, может быть использован, когда побочный продукт 1-15 является ценным, но вредным при 36-1 сбросе в окружающую среду, например, амины и спирты. В этом случае для извлечения ценных (хотя и вредных при попадании в окружающую среду) 5-5 исходных химических веществ для продажи вместо сброса/захоронения используется установка регенерации, которая обходится дороже более сложного 7-5 процесса.

### ***34-2 Ликвидация рекуперации***

Другой вариант, вариант 2, показанный на рисунке 36, является более простым случаем, чем вариант 1, в котором побочный продукт 1-15 не восстанавливается и просто сбрасывается в 36-1 Сброс. Это может быть использовано, когда побочный продукт 1-15 не является ни вредным, ни ценным, например, вода во многих случаях реакции. Это позволяет еще больше снизить стоимость за счет отказа от регенерации 1-5, которая влечет за собой капитальные и эксплуатационные расходы.

### ***34-3 Модернизация***

В то время как многие другие экологичные 7-5 процессы предполагают перестройку всего 7-5 процесса, новый электрохимический 1-8 процесс производства полимеров 5-1 eIerGreen Процесс

предполагает замену основного 1-2 традиционного реактора на 35-1 электрохимический реактор, при этом сохраняя (если не внося минимальные изменения) дополнительные рабочие узлы или существующие промышленные стандарты, как показано на рисунке 37.

Совместимость с обычной системой позволяет приобрести обычную установку и просто переоборудовать 1-2 обычных реактора в 35-1 электрохимический реактор, в отличие от строительства совершенно другого химического завода с нуля. В результате можно избежать подводных камней, связанных с превышением бюджета, как во многих "зеленых технологиях", а приобретение обычной установки также позволяет значительно сократить время реализации проекта, кроме того, обеспечивая поток доходов для обслуживания облигаций/кредитов, использованных для приобретения, а также используя установленную долю рынка, поскольку продукция после реконструкции остается той же самой, только значительно дешевле.

Способ 34-3 модернизации заключается в установке 35-1 электрохимического реактора в качестве 37-1 Байпас в систему 1-2 обычного реактора. Это может быть достигнуто путем строительства электрохимического реактора 35-1 на месте, подключения параллельных трубопроводов системы 37-1 Байпас в качестве альтернативы, устранения неисправностей в альтернативной системе и, наконец, вывода из эксплуатации обычной системы.

В целях 34-3 модернизации была также разработана новая установка для дистилляционной колонны, позволяющая переключать растворитель в верхней части дистилляционной колонны на растворитель в нижней части с помощью простого соединения 7-6 трубопроводов и переключающих клапанов.

#### ***34-4 Утилизация отходов***

Другой вариант, включающий добавление блока 34-4 управления отходами, показан на рисунке 38. Для управления отходами 34-4 потребуется оборудование для извлечения отходов 38-1. Простым вариантом является установка оборудования 38-1 для извлечения отходов выше по течению для извлечения активных ингредиентов (которые обычно являются веществами, делающими химические отходы 5-2 токсичными) из химических отходов 5-2. В качестве альтернативы, извлечение отходов 38-1 может быть отдельным химическим 7-5 процессом, даже на другом заводе, а выделенный активный ингредиент доставляется на предприятие по производству полимеров 1-8 и хранится в обычном резервуаре для хранения материалов.

Оборудование для извлечения отходов 38-1 состоит из обычного оборудования для разделения 7-5 процессов, включая, помимо прочего, экстрактор растворителя и дистилляционную колонну, хотя точный тип и спецификация используемого оборудования для извлечения отходов 38-1 зависит от интересующих 5-2 химических отходов и активного ингредиента в каждом конкретном случае химической инженерии.

Для иллюстрации 34-1 концепции можно привести пример 38-1 Извлечение отходов этиленгликоля из осадка краски и отработанного антифриза 34-4 Управление отходами.

Этиленгликоль вызывает неврологические повреждения, рвоту и смерть при попадании в организм, а также представляет опасность для окружающей среды, когда его сбрасывают вместе с лакокрасочным шламом и отработанным антифризом. Однако сам этиленгликоль, будучи сконцентрированным в промышленном виде, является материалом для производства полиэтиленгликоля (промышленного и медицинского назначения), а также представляет интерес для химической промышленности и может быть легко продан за деньги. Этиленгликоль можно выделить из осадка краски с помощью дистилляционной колонны или других процессов разделения, таких как мембранная фильтрация. Для интеграции такого 34-4 управления отходами в 1-8 процесс производства полимеров 7-5 оборудование для разделения вместе с 5-2 резервуаром для хранения химических отходов может быть установлено выше по течению, перед резервуаром для хранения, для непрерывной изоляции этиленгликоля, который будет храниться в резервуарах для хранения материалов. В качестве альтернативы, система 34-4 управления отходами может быть реализована на другом объекте (может быть тем же владельцем или принадлежать другому субъекту, включая, но не ограничиваясь, поставщика и клиента 34-4 управления отходами), предназначенном для установки 34-4 управления отходами, и изолированный этиленгликоль может быть отправлен грузовиком с химикатами на участок полимерного 7-5 способ

### ***34-5 Блок-схема потока***

Как показано на рисунке 39, общий процесс 7-5 состоит из нескольких блоков: Материалы, 1-1 Подготовка, Синтез, 1-3 Разделение твердых веществ, 1-4 Переработка и 1-5 Регенерация.

**Материалы:**

Блок материалов состоит из 1-6 резервуаров для реактивов, резервуара подачи А, в то время как возможны другие 1-6 реактивы, такие как резервуар подачи В или даже резервуары подачи С, D, E, F. 68-1 Материал А обычно поставляется автоцистерной с химикатами на вход, обычно, но не обязательно, в верхней части резервуара подачи А. Резервуар подачи А имеет слив, обычно в нижней части, для слива из резервуара для таких целей, как 59-3 Техническое обслуживание, очистка и вывод из эксплуатации. 68-1 Материал А выходит из питательного резервуара А через выпускное отверстие, обычно, но не обязательно, расположенное внизу, в смесительный резервуар.

В некоторых вариантах реализации для реакции полимеризации, включающей более одного мономера, необходимы другие материалы, что оправдывает необходимость в других питающих резервуарах параллельно с питающим резервуаром А. В случае материала 68-2 Материал В обычно поставляется из другой автоцистерны с химикатами во входное отверстие, обычно, но не обязательно, в верхней части питающего резервуара В. Питающий резервуар В, как и питающий резервуар А, имеет слив, обычно в нижней части, для слива резервуара в таких целях, как обслуживание, очистка и вывод из эксплуатации. 68-2 Материал В выходит из питательного резервуара В через выпускное отверстие, обычно, но не обязательно, расположенное на дне, в смесительный резервуар. Если необходимы другие материалы, такие как материалы С, D, E, F и т.д., особенно для сополимеризации, то резервуары подачи С, D, E, F и т.д. будут добавляться параллельно, аналогично параллельному добавлению резервуара подачи В.

#### **1-1 Подготовка:**

1-1 Подготовка состоит из смесительного бака, нагревателя и насоса. В смесительном баке смешиваются 1-6 реактивы, материалы А и В, а также С, D, E, F и так далее, если применимо, с 1-7 электролитом, который состоит из непрореагировавших 68-1 материалов А и В, а также С, D, E, F и так далее, если применимо, 6-6 проводящих ионов (таких как 68-3 растворенная соль), и, если применимо, 32-1 добавок и 31-1 растворителя. Смеситель состоит из перемешивания, обычно, но не ограничиваясь этим, механическим способом с помощью перемешивающей лопасти, приводимой в движение двигателем или мотором. В некоторых вариантах осуществления двигатель или мотор не обязательно должен быть физически соединен с лопастью валом, вместо этого он может вызывать движение лопасти посредством косвенного воздействия, например, магнитного поля, аналогичного магнитной мешалке 68-5, в некоторых случаях изменение

магнитного поля может быть вызвано системой индукторов, так что не требуется даже двигатель/мотор. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться без механического метода двигателя или мотора, например, с помощью ультразвука для вибрации молекул, или с помощью множества углов и барьеров для создания турбулентности в статическом смесителе для равномерного перемешивания видов, или путем подачи газа в жидкую фазу для вызывания перемешивания.

Смешанный электролит 1-7, состоящий из материала 68-1 А и материалов 68-2 В, С, D, E, F, растворителя/68-3 растворенной соли, а также добавок 32-1 и растворителя 31-1, если это применимо, затем выходит из смесителя через выпускное отверстие, обычно, но не обязательно, расположенное в нижней части смесительного бака. Затем он нагревается с помощью нагревателя и подается в насосы/компрессор 40-3. В некоторых вариантах реализации нагреватель может быть заменен другими средствами нагрева, такими как теплообменник, который нагревает поток посредством кондукции и конвекции с другой жидкостью с более высокой температурой, обычно, но не ограничиваясь этим, горячим паром, горячей водой или печным топливом. В некоторых вариантах реализации, когда требуется охлаждение, нагреватель может быть заменен охлаждающим устройством. В некоторых вариантах реализации, где не требуется ни нагрев, ни охлаждение электролита 1-7, нагреватель и/или охлаждающее устройство можно исключить.

Затем электролит 1-7 поступает в насос/компрессор 40-3 для повышения давления жидкости 1-12 до уровня, необходимого для последующей химической реакции. Хотя обычно используется компрессор, он может быть заменен насосом, например, центробежным насосом, для снижения затрат, когда необходимое давление 1-12 не является высоким. В некоторых вариантах реализации насосы/компрессор 40-3 могут поменять положение с блоком нагрева/охлаждения, расположенным выше по потоку, то есть насосы/компрессор 40-3 могут быть размещены перед нагревателем, а не по умолчанию, когда нагреватель расположен перед насосами/компрессором 40-3. В некоторых вариантах реализации, где давление 1-12 не задействовано, блок 40-3 насосов/компрессора может быть исключен. Смесь с соответствующей температурой и давлением 1-12 впоследствии поступает в блок синтеза.

#### **Синтез:**

Блок "Синтез" начинается с переключающего клапана, направляющего электролит 1-7 по двум возможным путям:

а. Обычный вариант

Затем электролит 1-7 поступает в обычный реактор 1-2 с регулируемой температурой и давлением 1-12, где реактивы 1-6 в смеси вступают в реакцию с образованием полимера 1-8, обычно в виде суспензии в смеси, и побочного химического продукта 1-15. В зависимости от конкретных технологических потребностей обычный реактор 1-2 может быть оснащен рубашкой для нагрева/охлаждения жидкости или теплоизоляцией для контроля температуры и безопасности, а также усиленными/укрепленными стенками обычного реактора 1-2 и/или предохранительным клапаном или разрывной мембраной для обеспечения безопасности при давлении 1-12. Обычный реактор 1-2 может включать перемешивание лопастями, приводимыми в движение двигателем/мотором. В некоторых вариантах осуществления механическая передача может не включать прямой контакт с валом, вместо этого может быть бесконтактное воздействие, такое как магнитное поле для 68-5 магнитного перемешивающего стержня. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться за счет изменения магнитного поля системой индукторов, а не магнитом, закрепленным на двигателе/моторе. В некоторых вариантах реализации перемешивание может быть вызвано немеханическим способом, например, ультразвуком для вибрации молекул или множеством углов/препятствий для создания турбулентности в потоке. В некоторых вариантах осуществления отсутствие перемешивания может быть полезным для эффективности реакции за счет уменьшения разбавления реактивов 1 - 6, для этого вместо них используется пробочный поток 1-2 обычного реактора.

Отработанный электролит 1-14 с полимером 1-8 и побочным продуктом 1-15 затем поступает на фильтр для отделения полимера 1-8 от смеси. В некоторых вариантах осуществления фильтр может быть заменен другим средством разделения твердой и жидкой фаз, например, циклоном. Твердый полимер 1-8 выходит из фильтра или блока разделения твердой и жидкой фаз и проходит через переключающий клапан, который сливается с электрохимическим путем в блок 1 3 разделения твердой фазы. Жидкая фаза 1-14 Отработанного электролита, содержащая побочный химикат 1-15, выходит из фильтра или блока разделения твердой и жидкой фаз через другой выход и проходит через другой переключающий клапан, который сливается с электрохимическим трактом.

б. Электрохимический вариант

Электрохимический путь состоит из нового электрохимического реактора 35-1, в котором 1-6 реактантов в смеси вступают в реакцию с образованием 1-8 полимера и 1-15 побочного продукта. Электрохимический реактор 35-1 поставляется с регулируемым рабочим током, 6-5 приложенным напряжением, положением лопастей, скоростью вращения электродов, а также, если применимо, температурой и 1-12 давлением. В зависимости от конкретных 7-5 технологических потребностей, электрохимический реактор 35-1 может поставляться с рубашкой для нагрева/охлаждения жидкости или теплоизоляцией для контроля температуры 7-7 и безопасности, а также усиленными/укрепленными стенками 9-20 сосуда и/или предохранительным клапаном или разрывной мембраной для обеспечения безопасности 1-12 давления. Хотя перемешивание обеспечивается по умолчанию для 35-1 Электрохимического реактора посредством относительного движения электрода относительно 1-7 электролита, 35-1 Электрохимический реактор может включать перемешивание лопастями, приводимыми в движение двигателем/мотором. В некоторых вариантах осуществления механическая передача может не включать прямой контакт с валом, вместо этого может быть бесконтактное воздействие, такое как магнитное поле для 68-5 магнитной мешалки. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться за счет изменения магнитного поля системой индукторов, а не магнитом, закрепленным на двигателе/моторе. В некоторых вариантах реализации перемешивание может быть вызвано немеханическим способом, например, ультразвуком для вибрации молекул или множеством углов/препятствий для создания турбулентности в потоке. В некоторых вариантах осуществления отсутствие перемешивания может быть полезно для эффективности реакции за счет снижения разбавления 1-6 реактивов, для этого вместо него используется электрохимический реактор 35-1 с побочным потоком. В зависимости от конкретных потребностей процесса на электрохимический реактор 35-1 может быть установлен газоотвод 9-17, особенно специализированный газоотвод 9-17, разработанный для этой цели, описанный ранее, может быть использован для удаления газа, выделяющегося в качестве дополнительного побочного продукта электрохимической реакции, такого как водород и кислород, образующиеся при расщеплении воды, когда в электролите присутствует значительное количество воды.

Твердый осадок 3-5 полимера 1-8 непрерывно удаляется с электрода посредством 9-8 твердого удаления из электрохимического реактора 35-1 и впоследствии транспортируется из электрохимического реактора 35-1. Хотя для транспортировки 9-9 твердого тела предназначен

поток 21-2 промывочной жидкости в открытом канале 9-12 для сбора твердого порошка 1-8 полимера и переноса его в последующий блок 1-3 разделения твердого тела, в некоторых вариантах осуществления такая транспортировка 9-9 твердого тела осуществляется механически с помощью конвейерной ленты 9-11. Полимер 1-8, пропитанный некоторым остаточным электролитом 1-14, с промывочной жидкостью 21-2 или без нее, затем сходится с трактом 1-2 обычного реактора на переключающем клапане. Затем объединенный поток поступает в блок 1-3 разделения твердых частиц, где промывается водой или соответствующей промывочной жидкостью 21-2 и далее перерабатывается в продукт 1-10 Полимер.

### **1-3 Разделение твердых веществ:**

Блок 1-3 разделения твердых тел состоит из промывочного устройства, обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой смесительный бак с мешалкой, приводимой в движение двигателем/мотором. В некоторых вариантах реализации, двигатель и мотор не обязательно должны быть физически соединены с лопаткой посредством вала, вместо этого они могут вызывать движение лопатки посредством косвенного воздействия, такого как магнитное поле, аналогичное магнитной мешалке 68-5, в некоторых случаях изменение магнитного поля может быть вызвано системой индукторов, так что даже не требуется двигатель/мотор. В некоторых вариантах осуществления перемешивание может осуществляться без механического метода двигателя или мотора, например, с помощью ультразвука для вибрации молекул, или с помощью множества углов и барьеров для создания турбулентности в статическом смесителе для равномерного перемешивания видов, или путем подачи газа в жидкую фазу для вызывания перемешивания. Промывочная жидкость 21-2 с суспензией 1-8 полимера и следом 1-14 отработанного электролита подается в промывочную машину, где 1-14 отработанного электролита растворяется в промывочной жидкости 21-2, снова из твердого полимера 1-8. Суспензия, разбавленная промывочной жидкостью 21-2, затем передается в отсадчик, расположенный ниже по потоку.

Осадитель представляет собой большой сосуд, который позволяет смеси промывочной жидкости 21-2 со следами растворенного электролита 1-14 и взвесью чистого полимера 1-9 оставаться неподвижной, чтобы разделить суспензию полимера 1-9 и полимера 1-8 под действием силы тяжести. В некоторых вариантах реализации такое разделение полимеров может быть выполнено другими средствами, такими как центрифугирование, фильтрация или циклоны. Отработанная

промывочная жидкость 21-2 выходит из осадителя через выпуск, обычно, но не обязательно сверху, а осадок 1-9 чистого полимера выходит из осадителя через другой выпуск, обычно, но не обязательно снизу, учитывая обычный случай, когда 1-9 чистый полимер тяжелее промывочной жидкости 21-2 и оседает на дно. В некоторых вариантах реализации, когда чистый полимер 1-9 легче жидкости, твердые частицы чистого полимера 1-9 отделяются через выпускное отверстие в верхней части, а промывочная жидкость 21-2 сливается в нижней части. Отработанная промывочная жидкость 21-2 рециркулирует в резервуар для промывочной жидкости, а осадок 1-9 чистого полимера передается в сушилку для сушки оставшейся промывочной жидкости 21-2 от 1-9 чистого полимера.

Сушилка обычно представляет собой распылительную сушилку, которая сушит путем распыления осадка для увеличения площади поверхности и времени пребывания в нагретой камере для обеспечения испарения 21-2 промывочной жидкости. В некоторых вариантах осуществления это могут быть другие типы сушилок, такие как центробежная сушилка или роторная сушилка. Все они работают в одном механизме, обеспечивая высокую площадь поверхности и повышенную температуру, чтобы оставшаяся жидкость испарялась из путем плавления чистого полимера 1-9. Промывочная жидкость 21-2 собирается в виде парового потока на выходе, обычно, но не обязательно, вверху, а чистый полимерный материал 1-9 падает на дно сушильной камеры и непрерывно подается в следующий блок формовочной машины для дальнейшей переработки в полимерный продукт 1-10. Выходящий газ впоследствии конденсируется и рециркулирует в резервуар для промывочной жидкости.

Обратите внимание, что блок 1-3 сепарации твердых частиц имеет вспомогательный резервуар для промывочной жидкости для обеспечения рециркуляции и повторного использования промывочной жидкости 21-2 для экономии затрат и снижения воздействия на окружающую среду. Он служит резервуаром для подачи промывочной жидкости 21-2 в электрохимический реактор и промывочную машину, одновременно собирая отработанную жидкость из осадителя и сушилки.

#### **1-4 Обработка:**

Блок 1-4 Переработка начинается с формовочной машины, которая работает путем плавления порошка 1-9 чистого полимера, а затем формирует 1-9 чистый полимер в желаемые формы 1-10 полимерного продукта. В зависимости от типа полимерного изделия 1-10 применяются различные методы формования. Для длинных цилиндрических форм, таких как пластиковая солома и струны,

обычно используется экструзионное формование. Для закрытых полых тел, таких как бутылки, используется выдувное формование. Для некоторых сложных форм, таких как фигурки и игрушки, используется литье под давлением. Чистый полимерный порошок 1-9 перемещается через машину, как правило, но не ограничиваясь этим, с помощью шнекового привода или конвейерной ленты 9-11.

Готовое 1-10 полимерное изделие затем передается на узел упаковки полимеров для формирования упаковки. Например, пластиковые соломинки подсчитываются и собираются на машине в определенную упаковку, например, в упаковку из 100 штук, после чего упаковка, например, пакет с собранным изделием, запечатывается на машине. После этого упаковки собираются в партию, либо вручную рабочими, либо автоматически машиной, и хранятся до прибытия каждой партии грузовиков, которые развозят продукцию для доставки и продажи.

#### **1-5 Восстановление:**

Блок 1-5 восстановления начинается с переключающего клапана для направления отработанного электролита по двум возможным путям в зависимости от типа побочного продукта:

##### **а. Сорбционный блок**

Если побочный продукт 1-15 является малоценным и доброкачественным, например, вода, то можно использовать сорбционный блок для отделения побочного продукта 1-15 от отработанного электролита 1-14 и его утилизации, при этом повторно используя электролит 1-7. Сорбционный блок обычно состоит из сорбента, который отделяет 1-15 побочный продукт от 1-14 отработанного электролита путем адсорбции, абсорбции или хемосорбции. В том случае, если побочный продукт 1-15 оказывается водой, которая является малоценной и доброкачественной, сорбционный блок может представлять собой осушитель, в котором вода поглощается некоторыми сушильными агентами, такими как сульфат кальция или сульфат магния. Затем влагопоглотитель может быть восстановлен, обычно, но не ограничиваясь этим, нагреванием, для высвобождения поглощенной воды в виде пара для сброса в окружающую среду с минимальным воздействием.

В некоторых вариантах осуществления сорбционный блок может быть заменен другим обычным устройством для удаления побочного продукта 1-15 из отработанного электролита 1-14, включая продувочную/распылительную сушилку, где поток распыляется против горячего воздуха, так что побочный продукт 1-15 испаряется.

#### в. Восстановление 1-5 побочного продукта

Если побочный продукт 1-15 представляет собой некоторое химическое сырье, подлежащее восстановлению, например, 6-9 аммиак или некоторые спирты, которые имеют как стоимость для перепродажи, так и негативное воздействие на окружающую среду, то для восстановления побочного продукта 1-5 вместо сброса используется рекуператор 1-15, хотя он обычно дороже сорбционной установки.

Путь восстановления побочного продукта 1-5 начинается с экстрактора растворителя, где отработанный электролит 1-14 с выделяемым побочным продуктом 1-15 подается в экстрактор растворителя, а растворитель с избирательной растворимостью для побочного продукта 1-15 поступает в другой вход. Хотя во многих случаях поступающий растворитель и поступающий отработанный электролит 1-14 обычно находятся в противотоке для повышения эффективности изоляции, в некоторых других вариантах реализации используется перекрестный или параллельный поток в зависимости от конкретной ситуации.

Экстрактор растворителя обычно также включает перемешивание между отработанным электролитом 1-14 и фазой растворителя с помощью мешалки, приводимой в действие двигателем/мотором. В некоторых вариантах осуществления двигатель и мотор не обязательно должны быть физически соединены с лопастью валом, вместо этого они могут вызывать движение лопасти посредством косвенного воздействия, например, магнитного поля, аналогичного магнитной мешалке 68-5, в некоторых случаях изменение магнитного поля может быть вызвано системой индукторов, так что не требуется даже двигатель/мотор. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться без механического метода двигателя или мотора, например, с помощью ультразвука для вибрации молекул, или с помощью множества углов и барьеров для создания турбулентности в статическом смесителе для равномерного перемешивания видов, или путем подачи газа в жидкую фазу для вызывания перемешивания. В некоторых других вариантах осуществления турбулентность создается между 1-14 отработанным электролитом и фазой растворителя путем вставки барьеров или 7-б установки трубопроводов для столкновения потоков 1-14 отработанного электролита и растворителя друг с другом для улучшения смешивания.

Полученный растворитель, обогащенный побочным продуктом 1-15, затем выходит из экстрактора растворителя в дистилляционную колонну для отделения побочного продукта 1-15 от растворителя. Дистилляционная колонна обычно представляет собой колонну или колонну с дистилляционной набивкой или дистилляционными лотками/тарелками. Внизу находится ребойлер для обеспечения необходимого для дистилляции тепла 1-11, а сверху - конденсатор. Хотя ребойлер обычно представляет собой нагреватель, в некоторых вариантах осуществления ребойлер представляет собой другое средство нагрева, такое как теплообменник с горячим паром, горячей водой или горячим маслом в качестве теплоносителя. Хотя конденсатор обычно представляет собой теплообменник с охлаждающей жидкостью, такой как вода, в некоторых вариантах реализации он также может быть охладителем.

Однако то, где растворитель и 1-15 побочный продукт выходят из дистилляционной колонны, зависит от их температуры кипения относительно друг друга, что обуславливает уникальную установку дистилляционной колонны в 5-1 elerGreen процесс, где имеется гибкий 7-6 трубопровод сверху и снизу. Прежде всего, на верхнем выходе колонны получается обогащенный низкий ключевой компонент, а именно вид с более низкой температурой кипения, в то время как на нижнем выходе получается обогащенный высокий ключевой компонент, а именно вид с более высокой температурой кипения. Хотя во многих случаях растворитель является низким ключевым компонентом, выходящим сверху, а 1-15 побочный продукт - высоким ключевым компонентом, выходящим снизу, в некоторых других случаях все происходит наоборот, а именно растворитель выходит снизу, а 1-15 побочный продукт - сверху.

На верхнем выходе имеется переключающий клапан, который направляет верхний поток по одному из двух путей:

- a. Если в верхней части находится побочный продукт 1-15, то верхняя часть направляется на переключающий клапан, ведущий в резервуар побочного продукта 1-15.
- b. Если верхняя часть является растворителем, она направляется к другому переключающему клапану, ведущему к экстрактору растворителя.

На нижнем выходе также имеется еще один переключающий клапан, который направляет донный поток в один из 2 путей:

- a. Если на дне находится 1-15 побочный продукт, то дно направляется к переключающему клапану, ведущему в резервуар 1-15 побочного продукта
- b. Если на дне находится растворитель, он направляется к другому переключающему клапану, ведущему к экстрактору растворителя.

Затем побочный продукт 1-15 хранится в контейнере, обычно резервуаре, для продажи. Резервуар с побочным продуктом 1-15 регулярно подается по трубопроводу в автоцистерну для перевозки химикатов на продажу. Растворитель затем рециркулирует в экстрактор для непрерывного процесса восстановления 1-5.

Также, в зависимости от эффективности отделения 1-15 побочного продукта, 1-15 побочный продукт 1-5 Восстановление может быть подвергнут другим операциям разделения, таким как диализ, фильтрация, осаждение, на основе свойств и взаимодействия 1-15 побочного продукта и 1-7 электролита. Электролит 1-7, отделенный от побочного продукта 1-15, для любого пути сорбционного блока или побочного продукта 1-5 восстановления, затем сливается на другом переключающем клапане перед рециркуляцией обратно в смесительный бак.

## Реализация и 7-6 трубопроводов

Как показано на рисунке 40, трубопровод 7-6 состоит из 40-1 Схемы технологического потока и вспомогательных блоков, 40-2 Типов трубопроводов, 40-3 Насосов/компрессоров, 40-4 Нагревателей/охладителей, 40-5 Коммунальных систем и, наконец, 40-6 Клапанов.

### ***40-1 Схема технологического процесса и вспомогательные агрегаты***

40-1 Схема технологического процесса и вспомогательные устройства для реализации процесса 7-5 подробно показаны на рисунке 41. Ниже перечислены единицы оборудования для реализации химического 7-5 процесса:

Процесс 7-5 начинается с питательного резервуара А, Т-01А. Питательный резервуар А имеет входное отверстие, обычно, но не обязательно, в верхней части резервуара, куда грузовики поставщиков могут доставить 68-1 материал А по трубопроводу 7-6. Резервуар также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части резервуара, для слива 68-1 материала А в непредвиденных случаях, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 1А, содержащий в основном компонент А, выходит из Т-01А и поступает в смесительный резервуар М-02, и его расход регулируется встроенным клапаном V-01А.

В некоторых вариантах осуществления требуется другое сырье, например, материал 68-2 В. В этом случае параллельно с питательным резервуаром А, Т-01А, расположен еще один питательный резервуар В, Т-01В. Как и резервуар А, резервуар В имеет входное отверстие, обычно, но не обязательно, в верхней части резервуара, куда грузовики-поставщики могут подавать материал 68-2 В по трубопроводу 7-6. Резервуар также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части резервуара, для слива 68-2 материала В для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 1В, содержащий в основном компонент В, выходит из Т-01В и поступает в смесительный бак М-02, а его расход регулируется встроенным клапаном V-01В.

В некоторых вариантах реализации, особенно в сложных реакциях сополимеризации, требуется еще больше типов сырья, например, материал С, D, Е и даже F. В этих случаях процесс 7-5 просто включает добавление этих резервуаров для сырья параллельно с резервуаром для сырья А, Т,01А.

Структура трубопроводов и соединений 7-б аналогична таковой в Питательный бак А и Питательный бак В, просто заменив вид и обозначение на С, D, E, F и так далее.

Первым вспомогательным устройством является барабан для растворителя, D-00А. 32-1 присадки, в отличие от сырья, истощается более постепенно, поэтому используется накопительный барабан, который меньше и дешевле резервуара. Хотя можно установить вход для подачи соразтворителя 31-1 через резервуар поставщика, это может не потребоваться из-за меньшего объема хранилища. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно в нижней части барабана, для слива 31-1 Экосольвент для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 0А, содержащий в основном компонент Y, растворитель 31-1, выходит из D-00А и поступает в смесительный бак М-02, а его расход регулируется впускным клапаном V-00А.

Другим вспомогательным устройством является барабан для присадок, D-00В. Присадки 32-1, как и растворитель 31-1 и в отличие от сырья, истощаются более постепенно, поэтому используется барабан для хранения, который меньше и дешевле, чем резервуар. Хотя можно установить вход для подачи добавок 32-1 через резервуар поставщика, это может не потребоваться из-за меньшего объема хранилища. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части барабана, для слива 32-1 Добавки в непредвиденных случаях, например, для 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 0В, содержащий в основном компонент Z, присадки 32-1, выходит из D-00В и поступает в смесительный бак М-02, расход которого регулируется встроенным клапаном V-00В.

Смесительный резервуар, М-02, имеет входы из потоков 1А, 1В, 0А и 0В, как описано ранее. Кроме того, имеется еще один вход, поток 2R, как переработанный поток 1-7 электролита, где подробности будут описаны в электролите 1-5 восстановления. Имеется механизм для смешивания потоков 1А, 1В, 0А, 0В и 2R, обычно, но не обязательно, с помощью механических средств, таких как мешалка, приводимая в действие двигателем или мотором. В некоторых вариантах реализации смешивание может осуществляться немеханически или без перемешивания, например, путем барботирования сосуда воздухом или с помощью ультразвука, чтобы вызвать перемешивание жидкости за счет молекулярной вибрации.

Смешанный электролит 1-7 выходит из смесительного резервуара М-02 в виде потока 2, содержащего компоненты А, В, S, Y и Z, где компонент S представляет собой растворенную соль/раствор 68-3. Температура потока 2 регулируется встроенным нагревателем Н-02. В некоторых вариантах реализации нагреватель может быть заменен другими средствами для контроля температуры потока, такими как теплообменник или даже охлаждающее устройство, если требуется снижение температуры.

С другой стороны, давление 1-12 потока 2 регулируется встроенным компрессором Q-02, расход которого регулируется впускным клапаном V-02. В некоторых вариантах реализации компрессор может быть заменен насосом для снижения стоимости. Направление потока 2 - в обычный реактор 1-2, CR-03А, или в электрохимический реактор 35-1, ER-04 - определяется встроенным переключающим клапаном, S-03А, который обычно, но не обязательно, спроектирован таким образом, что потоки являются взаимоисключающими, то есть поток 2 может течь только в обычный реактор 1-2, CR-03А, или электрохимический реактор 35-1, ER-04, по очереди, но не в оба одновременно. В некоторых вариантах реализации переключающий клапан может быть заменен трехходовым клапаном, чтобы обеспечить параллельную работу обычных и электрохимических установок, особенно при модернизации 34-3, чтобы свести к минимуму перебои в работе, которые привели бы к прекращению получения дохода, при модернизации 34-3 обычных полимерных установок.

Для обычного реакционного потока 42-1, как показано на фиг. 42, после прохождения через переключающий клапан S-03А поток 2 поступает в обычный реактор 1-2 CR-03А, где под воздействием 1-11 тепла и 1-12 давления вызывается реакция полимеризации с образованием 1-8 полимера Р и 1-15 побочного продукта Н. В зависимости от условий процесса 7-5 на обычный реактор 1-2 могут быть наложены меры безопасности, такие как устойчивые к давлению стенки обычного реактора 1-2 и рубашка для охлаждающей жидкости (обычно, но не обязательно воды), чтобы избежать перегрева. Также может быть клапан сброса давления 1-12, который открывается, чтобы избежать разрыва, когда давление 1-12 по какой-либо причине становится слишком высоким. Хотя обычный реактор 1-2 представляет собой резервуар с мешалкой, где перемешивание происходит механически с помощью мешалки, приводимой в движение двигателем/мотором, перемешивание может быть вызвано другими методами, такими как ультразвук, вызывающий молекулярную вибрацию, и барботирование газа в жидкой смеси.

Прореагировавшая смесь, поток 3А, содержащий остатки 68-1 материалов А, В, 68-3 растворенной соли/раствора S, 31-1 растворителя Y, 32-1 добавки Z, а также образовавшийся 1-8 полимер Р и 1-15 побочный продукт Н, затем выходит из 1-2 обычного реактора CR-03А. Давление 1-12 может значительно упасть после выхода из реактора 1-2 обычного реактора, поэтому его снова поднимают насосом Р-03А, а поток 3А регулируется клапаном V-03А. Поток 3А затем поступает в фильтр CF-03В через обычный твердый поток 42-2, где твердый полимер 1-8 Р отфильтровывается от прореагировавшей смеси. Оставшаяся часть смеси, поток 3В, затем выходит из фильтра CF-03В как поток 42-3 обычной смеси для прохождения через переключающий клапан S-03В.

Для альтернативного потока 43-1 электрохимической реакции, как выделено на фиг. 43, после прохождения через переключающий клапан S-03А поток 2 поступает в 35-1 электрохимический реактор ER-04, где реакция полимеризации индуцируется под 6-5 приложенным напряжением (при 1-11 нагреве и 1-12 давлении, если необходимо, хотя обычно не требуется) с образованием 1-8 полимера Р и 1-15 побочного продукта Н. В зависимости от условий 7-5 процесса на электрохимический реактор могут быть наложены меры безопасности, такие как рубашка для охлаждающей жидкости (обычно, но не обязательно воды), чтобы избежать перегрева. Также может быть предусмотрен газоотвод 9-17 для сбора газа, выделяющегося при вторичных реакциях, например, водорода и кислорода при расщеплении воды, обычно когда вода является значительным компонентом смеси. Хотя перемешивание может происходить за счет относительного движения поверхности электрода относительно самой жидкости электролита, дополнительное перемешивание может осуществляться механической мешалкой, приводимой в действие двигателем/мотором, или немеханически - ультразвуком или барботирующим газом.

Для электрохимического реактора 35-1 установка 9-17 по удалению газа начинается с впуска окружающего воздуха в виде потока 4L, состоящего в основном из воздуха U в объем электрохимического реактора 35-1, и выхода газа из электрохимического реактора 35-1 в виде потока 4Н, состоящего в основном из воздуха U и некоторого количества испарившегося газа G в результате реакции. Вентилятор В-04 используется для подачи потока 4Н путем продувки в вытяжную камеру, а поток 4L - путем всасывания из окружающего воздуха.

Образовавшийся полимер 1-8 Р восстанавливается в газовой фазе электрохимического реактора 35-1 и направляется на стадию промывки через электрохимический твердый поток 43-2. Имеется вход 21-4 промывочной жидкости из резервуара для промывочной жидкости Т-05В для подачи в

35-1 электрохимический реактор ER-04, управляемый клапаном V-04, для промывки удаленного 3-5 твердого осадка 1-8 полимера Р в виде суспензии в 21-2 промывочной жидкости, которая выходит из 35-1 электрохимического реактора ER-04 через выход 21-5 промывочной жидкости и проходит через переключающий клапан S-04 как поток 4. Поток 4, состоящий в основном из промывочной жидкости 21-2 (обычно, но не ограничиваясь этим, воды) и твердой суспензии 1-8 полимера Р, затем поступает в промыватель WP-05A. Обычный путь, с другой стороны, также проходит через переключающий клапан S-04 и сходится на той же стадии промывки, что и электрохимический путь.

В промывочной машине WP-05A, кроме входного потока 4, упомянутого ранее, имеется также входной поток 21-2 промывочной жидкости 5B, состоящий в основном из 21-2 промывочной жидкости W, расход которой регулируется встроенным клапаном V-05B. Хотя промывочная машина обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой смеситель с мешалкой, приводимой в движение двигателем/мотором, перемешивание может быть вызвано и другими методами, такими как ультразвук для вызывания молекулярной вибрации и барботирование газа в жидкой смеси. Моющее действие вызывается перемешиванием между твердой суспензией 1-8 полимера Р и промывочной жидкостью 21-2 W, где адсорбированный или поглощенный 1-14 отработанный электролит растворяется из частиц 1-8 полимера Р в промывочной жидкости 21-2 W. На выходе получается поток 5A, состоящий из суспензии 1-8 полимера Р, но только со следами (приемлемый уровень) адсорбированного/поглощенного 1-14 отработанного электролита, и промывочной жидкости 21-2 с следами растворенного 1-14 отработанного электролита, причем скорость потока регулируется встроенным клапаном V-05A.

Поток 5A впоследствии поступает в отстойник SP-06 для дальнейшего отделения твердого 1-9 чистого полимера Р от 21-2 промывочной жидкости W. Отстойник обычно, но не обязательно, представляет собой емкость с большим запасом, чтобы позволить суспензии 1-9 чистого полимера Р осесть на дно емкости, тем самым отделяя 1-9 чистый полимер Р от 21-2 промывочной жидкости W под действием силы тяжести. В обычной, но необязательной установке, выпуск 21-2 промывочной жидкости W находится в верхней части резервуара, а выпуск 1-9 чистого полимера Р находится в нижней части резервуара, что соответствует их области обогащения под действием силы тяжести. В некоторых вариантах осуществления в качестве коагулирующих агентов используются некоторые добавки 32-1. Промывочная жидкость 21-2 W, как поток 6B,

впоследствии рециркулирует обратно в резервуар для промывочной жидкости Т-05В. Для потока 6В скорость потока регулируется встроенным клапаном V-06В, а насос Р-06В обычно необходим для повышения давления 1-12, поскольку давление 1-12 промывочной жидкости 21-2 низкое, поскольку она находится в верхней части резервуара. Чистый полимер 1-9 Р, загущенный в результате отстаивания, затем передается в виде потока 6А в сушилку DP-07, при этом скорость потока регулируется впускным клапаном V-06А.

В сушилке DP-07 поток 6А, состоящий в основном из суспензии 1-9 чистого полимера Р и некоторого количества промывочной жидкости 21-2, нагревается и распыляется в сушильной камере. Нагрев может быть выполнен перед распылением, или путем вдувания горячего газа/воздуха в сушильную камеру, или и то, и другое. Сушильная камера просто относится к объему сушильной емкости, где обычно отводится достаточная высота для того, чтобы промывочная жидкость 21-2 W испарилась из частиц 1-9 чистого полимера Р по мере падения смеси через сушильную камеру. Сушильная камера имеет выход, обычно, но не обязательно в верхней части камеры, для сбора паров испарившейся промывочной жидкости 21-2 поток 7В, скорость потока которого регулируется встроенным клапаном V-07В. Поток 7В впоследствии конденсируется в жидкую форму в конденсаторе X-07В, обычно, но не ограничиваясь этим, в теплообменнике (в некоторых вариантах осуществления вместо него может быть охладитель). Конденсированный поток 7В, как и поток 6В, впоследствии рециркулирует обратно в резервуар для промывочной жидкости Т-05В. Высушенный 1-9 чистый полимер Р собирается на дне в виде 1-9 чистого полимерного порошка, который механически подается в виде потока 7А в формовочную машину.

На формовочной машине MP-08 поток 7А, состоящий в основном из сухого порошка 1-9 чистого полимера Р, подается механически, обычно, но не ограничиваясь этим, непрерывно, в фильеру формовочной машины. Формовочная машина применяет тепло 1-11 для расплавления порошка 1-9 чистого полимера Р для придания ему желаемой формы изделия 1-10 из полимера. В зависимости от желаемой формы могут использоваться различные технологии формования. Например, выдувное формование для бутылки или закрытого контейнера, экструзионное формование для длинных цилиндрических форм, таких как пластиковые струны и соломинки, и литьевое формование для не полых форм. Обратите внимание, что это общие рекомендации, но не полностью ограничивающие, например, в некоторых случаях для коротких цилиндрических

форм применимо как экструзионное, так и литьевое формование. Сформированный полимерный продукт 1-10, изготовленный из полимера 1-8 Р, затем механически транспортируется в виде потока 8 в устройство упаковки полимеров РР-09.

На установке упаковки полимеров РР-09 сформированный полимерный продукт 1-10 укладывается и упаковывается, обычно, но не ограничиваясь этим, с помощью автоматизированных механических манипуляторов (более дешевые варианты могут заключаться в найме рабочих для укладки и упаковки вручную). Затем упаковка полимерного продукта 1-10 хранится как партия товарно-материальных ценностей, ожидающая транспортировки для продажи.

Вспомогательным устройством является бак для промывочной жидкости Т-05В, служащий резервуаром для рециркуляции промывочной жидкости 21-2. В случае использования воды в качестве промывочной жидкости 21-2 он имеет вход, обычно, но не обязательно расположенный в верхней части резервуара, 40-5 Коммунальной воды в качестве потока 5Н, расход которого регулируется встроенным клапаном V-05Н. Он также имеет выпускной выход потока 5L, обычно, но не обязательно расположенный в нижней части бака, расход которого регулируется встроенным клапаном V-05L, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-05L. Моющая жидкость 21-2 подается из резервуара для моющей жидкости Т-05В в моечную машину WР-05А через поток 5В, как упоминалось ранее. Рециркуляция из потока 6В и потока 7В также задействована для снижения затрат и воздействия на окружающую среду способ 7-5.

Имеется также еще один вспомогательный узел, который представляет собой систему охлаждающей жидкости из централизованного барабана охлаждающей жидкости D-16. 40-5 Коммунальная жидкость подается в барабан охлаждающей жидкости D-16 в виде потока 16С, причем скорость потока регулируется встроенным клапаном V-16С. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части барабана, для слива охлаждающей жидкости для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Первым выходом является поток 7С, расход которого регулируется впускным клапаном V-07С в конденсатор X-07В для обеспечения охлаждающего воздействия на конденсатор. Вторым выходом является поток 13D, расход которого регулируется впускным клапаном V-13D, в конденсатор X-13С для обеспечения охлаждения конденсатора. Затем оба потока 7С и 13D сливаются в один поток 16А в теплообменнике X-16А, перед рециркуляцией

обратно в барабан охлаждающей жидкости D-16. Теплообменник X-16A служит для охлаждения жидкости, обычно путем охлаждения воздухом. Окружающий воздух вдувается в виде потока 16B, расход которого регулируется встроенным клапаном V-16B, а стоки нагретого воздуха сбрасываются обратно в окружающий воздух.

Отработанный электролит, поток 3B, содержащий остатки 68-1 материалов A, B, 68-3 растворенной соли/раствора S, 31-1 растворителя Y, 32-1 добавок Z и 1-15 побочного продукта H, затем выходит из 35-1 электрохимического реактора ER-04, чтобы пройти через переключающий клапан S-03B через поток 43-3 электрохимической смеси.

Из обычного или электрохимического пути поток 3B затем поступает в насос P-03B для повышения давления 1-12 (поскольку обычно давление 1-12 падает до очень низкого уровня после выхода из 1-2 обычного реактора или 35-1 электрохимического реактора), а его поток регулируется клапаном V-03B. Направление потока 3B, поступающего в сорбционный блок SB-10A или экстрактор растворителя XB-11, затем определяется встроенным переключающим клапаном S-10A, который обычно, но не обязательно, сконструирован таким образом, что потоки являются взаимоисключающими, то есть поток 3B может поступать только либо в сорбционный блок SB-10A, либо в экстрактор растворителя XB-11, по очереди, но не в оба одновременно. В некоторых вариантах осуществления переключающий клапан может быть заменен трехходовым клапаном, чтобы обеспечить параллельную работу сорбционного блока и экстрактора растворителя, особенно при модернизации 34-3, чтобы минимизировать перебои в работе, которые привели бы к прекращению получения дохода, при модернизации 34-3 обычных полимерных заводов.

Для потока 45-1 сорбции, как показано на фиг. 45, после прохождения через переключающий клапан S-10A поток 3B поступает в сорбционный блок SB-10A, где побочный продукт 1-15 H отделяется от отработанного электролита 1-14 и попадает на сорбент, обычно посредством абсорбции или адсорбции. Сорбент представляет собой просто твердое вещество из подходящего материала, включая, но не ограничиваясь этим, кремнезем или глинозем для поглощения/адсорбции воды. Сорбент может либо заменяться партиями во время обслуживания 59-3, либо заменяться в непрерывном режиме работы. Восстановленный электролит 1-7 выходит из блока сорбента SB-10A и затем проходит через переключающий клапан S-10B в поток 11B.

Для непрерывной работы сорбент закрепляется на ленточном конвейере 9-11, проходящем между блоком сорбента SB-10А и регенератором сорбента SR-10В. Поток 10А, содержащий в основном сорбент V и поглощенный/адсорбированный побочный продукт 1-15 Н, подается в регенератор сорбента SR-10В. Регенератор сорбента SR-10В обычно, но не обязательно, работает путем сильного нагрева материала сорбента для высвобождения адсорбированного побочного продукта 1-15 Н. Высвобожденный побочный продукт 1-15 Н затем выпускается в окружающий воздух, если он является доброкачественным, например, в виде водяного пара. В некоторых вариантах осуществления высвобожденный побочный продукт 1-15 Н сначала подвергается очистке, например, когда он представляет собой аммиак 6-9, перед тем как его выпускают в окружающий воздух. Поток 10В, состоящий в основном из восстановленного сорбента V, затем рециркулируется в сорбционный блок SB-10А.

Для потока 44-1 экстракции растворителем, как выделено на рисунке 44, после прохождения через переключающий клапан S-10А, поток 3В поступает в экстрактор растворителя ХВ-11, где побочный продукт 1-15 Н отделяется от отработанного электролита 1-14 и попадает в фазу растворителя. Фаза растворителя поступает в виде потока 13В, который состоит в основном из растворителя X. Имеется встроенный насос Р-13В для повышения давления 1-12 перед входом в экстрактор растворителя ХВ-11, скорость потока регулируется клапаном V-13В. Фаза растворителя выходит в виде потока 11А, состоящего в основном из растворителя X и побочного продукта 1-15 Н, расход регулируется клапаном V-11А. Восстановленный электролит 1-7 выходит из экстрактора растворителя ХВ-11 и затем проходит через переключающий клапан S-10В в поток 11В.

Для экстрактора растворителя имеется вспомогательный блок - барабан для растворителя D-12 для регулирования уровня содержания растворителя. Растворитель, в отличие от сырья, истощается более постепенно, поэтому используется барабан для хранения, который меньше и дешевле, чем резервуар. Хотя для подачи растворителя через резервуар поставщика может быть установлен входной патрубок, он может не потребоваться из-за меньшего объема хранилища. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно в нижней части барабана, для слива растворителя для непредвиденных целей, например, 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 12А из барабана для растворителя D-12, состоящий в основном из растворителя X, поступает в экстрактор растворителя ХВ-11, расход которого регулируется клапаном V-12А, а обратный поток предотвращается обратным клапаном

C-12A. Избыток растворителя в виде потока 12B, состоящего в основном из растворителя X, расход которого регулируется клапаном V-12B, а обратный поток предотвращается обратным клапаном C-12B, выходит из экстрактора растворителя XB-11 и поступает в барабан растворителя D-12.

На пути экстракции растворителя также имеется дистилляционная колонна DB-13 ниже по потоку от экстрактора растворителя XB-11 для очистки побочного продукта 1-15 Н при рециркуляции растворителя X. Поток 11А, состоящий в основном из растворителя X и побочного продукта 1-15 Н, поступает в дистилляционную колонну DB-13 из экстрактора растворителя XB-11.

Дистилляционная колонна состоит из колонны из материала, обычно, но не ограничиваясь этим, представляющего собой дистилляционную набивку или дистилляционные лотки.

В нижней части дистилляционной колонны DB-13 находится ребойлер H-13L, обычно это нагреватель (но не обязательно, вместо него может быть теплообменник) для нагрева колонны с жидкостью внутри. Нижний поток разделяется на 2 потока, один поступает в ребойлер H-13L, а другой проходит через переключающий клапан S-13L. Поток 13L нагревается ребойлером H-13L, чтобы впоследствии передать тепло 1-11 в дистилляционную колонну DB-13, при этом скорость потока регулируется клапаном V-13L. Другой поток проходит через переключающий клапан S-13L и впоследствии направляется в один из двух путей, к переключающему клапану S-13B или к переключающему клапану S-13A. Когда он направляется к переключающему клапану S-13B, он рециркулирует в экстрактор растворителя XB-11, как поток 13B, где давление 1-12 повышается насосом P-13B, а скорость потока регулируется клапаном V-13B, как упоминалось ранее и показано на рис. 46-2 Поток из дна в растворитель. Когда он направляется на переключающий клапан S-13A, он поступает в резервуар побочных продуктов TB-14 в качестве потока 13A для хранения, при этом расход регулируется клапаном V-13A, что проиллюстрировано 47-2 Поток снизу в резервуар на рисунке 47.

В верхней части дистилляционной колонны DB-13 находится конденсатор X-13C, обычно теплообменник (но не обязательно, вместо него может быть охладитель) для охлаждения колонны с жидкостью внутри. Верхний поток, поток 13C, состоящий в основном из побочного продукта 1-15, после прохождения через конденсатор X-13C разделяется на два потока, один из которых снова поступает в дистилляционную колонну DB-13, а другой проходит через переключающий клапан S-13H. Расход потока 13H регулируется клапаном V-13H перед рециркуляцией в дистилляционную колонну DB-13. Другой поток проходит через переключающий

клапан S-13H и впоследствии направляется в один из двух путей, к переключающему клапану S-13B или к переключающему клапану S-13A.

Когда он направляется на переключающий клапан S-13B, он рециркулирует в экстрактор растворителя XB-11 в качестве потока 13B, где давление 1-12 повышается насосом P-13B, а расход регулируется клапаном V-13B, как упоминалось ранее и проиллюстрировано 47-1 Поток сверху на растворитель на Рис. 47. Когда он направляется на переключающий клапан S-13A, он поступает в резервуар побочного продукта ТВ-14 в качестве потока 13А для хранения, при этом расход регулируется клапаном V-13А, проиллюстрированным 46-1 Поток сверху в резервуар на рисунке 46.

Путь субпродуктов заканчивается резервуаром субпродуктов ТВ-14. Резервуар для побочных продуктов ТВ-14 имеет выход, обычно, но не обязательно, на дне резервуара, где побочный продукт 1-15 Н может быть загружен через трубопровод 7-6 в грузовик для продажи. Выпускное отверстие также служит для слива побочного продукта для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей.

Восстановленный электролит 1-7 после прохождения через переключающий клапан S-10B затем объединяется с потоком 15B из резервуара-резервуара Т-15 и сливается в поток 11В. Резервуар Т-15 служит для регулирования уровня в смесителе М-02. Резервуар также имеет сливное отверстие, обычно, но не обязательно, в нижней части резервуара, для слива 68-1 материала А в непредвиденных случаях, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 15B выходит из резервуара Т-15, обычно (но не обязательно) из нижней части резервуара, при этом скорость потока регулируется встроенным клапаном V-15B, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-15В. На входе в резервуар находится поток 15А, обычно (но не обязательно) из верхней части резервуара, скорость потока регулируется клапаном V-15А, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-15А.

Поток 11В, после объединения в единый поток, имеет повышенное давление 1-12 (поскольку давление 1-12, вероятно, упадет до очень низкого уровня после последовательных операций установки) с помощью насоса Р-11В, расход которого регулируется клапаном V-11В. После этого поток 11В разделяется на поток 15А для рециркуляции в резервуар Т-15 и поток 2R для рециркуляции в смесительный бак М-02. Расход потока 2R регулируется клапаном V-02R, а

обратный поток предотвращается обратным клапаном C-02R. Это замыкает цикл рециркуляции электролита 1-7, обеспечивая экономическую эффективность и низкий экологический след процесса 7-5.

### ***40-2 Типы трубопроводов***

В потоках, где температура высокая или низкая, применяется тепловая изоляция. Обычно она представляет собой слой материала с низкой теплопроводностью, обернутый вокруг внешней стенки соответствующего участка трубы. Для интересующего нас процесса изоляция используется для потока 2 между H-02 и 35-1 электрохимическим реактором ER-04 и CR-03A, потока 13C между DB-13 и S-13H, потока 13H между X-13C и DB-13, потока 13L между DB-13, H-13L и S-13L.

С другой стороны, оборудование также может быть изолировано. CR-03A, DP-07, DB-13, MP-08, SB-10A, SR-10B могут нуждаться в изоляции. В некоторых вариантах осуществления может быть изолирован 35-1 электрохимический реактор ER-04. Обратите внимание, что выше приведено воплощение процесса, в то время как остальное оборудование также может быть изолировано по мере необходимости, если речь идет о работе при более высокой температуре.

Механическая линия используется, когда речь идет о передаче твердых веществ в виде порошка или четко определенных форм. В некоторых вариантах реализации механическая линия представляет собой конвейерную ленту 9-11 для непрерывной передачи порошка или твердого вещества. В некоторых вариантах реализации механическая линия может состоять из червячного привода или робототехники. Скорость такой передачи в значительной степени зависит от скорости, с которой механическая линия приводится в движение, например, от скорости вращения колес конвейерной ленты 9-11. Для интересующего нас процесса механическая линия используется для потока 7A и потока 8, состоящих соответственно из 1-9 чистого полимерного порошка и 1-10 полимерного продукта. С другой стороны, потоки 10A и 10B также состоят из механических линий.

### ***40-3 Насосы/компрессоры***

В электрохимическом производстве 5-1 elerGreen Процессы насосы/компрессоры 40-3 обычно используются, когда требуется высокое 1-12 давление или скорость потока.

Для 7-5 безопасности процесса во многих 40-3 насосах/компрессорах на насос устанавливаются 2 из 40-6 клапанов: один клапан вверх по течению перед 40-3 насосом/компрессором, а другой вниз по течению после 40-3 насоса/компрессора. Управляемый клапан обычно является регулируемым, в то время как клапан перед ним обычно находится в полностью открытом состоянии. Управляемый клапан должен находиться после насоса, так как управление клапаном перед насосом может привести к недостатку жидкости во время перекачки, что приведет к кавитации, которая может повредить насос. В некоторых вариантах осуществления упомянутый клапан перед насосом может быть опущен для экономии затрат на процесс без существенного ущерба для безопасности процесса.

В некоторых вариантах реализации вместо насоса используется компрессор, особенно когда давление 1-12 должно быть высоким. Например, давление 1-12 в потоке 2 регулируется встроенным компрессором Q-02. В некоторых других вариантах реализации компрессор может быть заменен насосом для снижения стоимости.

Насос используется в качестве P-03A, P-03B, P-06B, P-11B, P-13B. P-03A используется для повышения давления потока 3A, которое могло значительно упасть после выхода из обычного реактора или электрохимического реактора 35-1. P-03B используется для повышения давления потока 3B, поскольку обычно давление 1-12 падает до очень низкого уровня после выхода из обычного реактора 1-2 или электрохимического реактора 35-1). P-06B используется для повышения давления 1-12 потока 6B, поскольку давление 1-12 промывочной жидкости 21-2 обычно низкое, так как находится в верхней части резервуара.

P-11B используется для повышения давления потока 11B, поскольку давление 1-12, вероятно, упадет до очень низкого уровня после последовательных операций на установке). P-13B используется для повышения давления 1-12 перед входом в экстрактор растворителя XB-11, чтобы обеспечить необходимое давление для прохождения через многоступенчатый экстрактор растворителя, который будет иметь большой перепад давления.

В некоторых вариантах реализации дополнительные насосы могут быть добавлены к потокам, где требуется увеличение давления или скорости потока. Это обусловлено соображениями безопасности процесса, поскольку, когда давление жидкости ниже точки кипения в любой части потока, эта часть подвергается кавитации, при которой жидкость испаряется. Кавитация

нежелательна, поскольку испарение и конденсация жидкостей в потоках приведет к колебаниям давления, которые повредят систему, например, трубы и клапаны деформируются или разорвутся после длительной эксплуатации.

Воздуходувка - это тип насоса, используемый для приведения в движение потока, состоящего из газа. Воздуходувка используется в В-04 и В-16В, соответственно, для всасывания воздуха вместе с выделившимся газом в 9 -17 Газоотвод, и для продувки воздуха для воздушного охлаждения потока охлаждающей жидкости для рециркуляции.

#### ***40-4 Нагреватель/охладитель***

1-11 Тепло может поступать в различных формах: нагреватель, пар, теплообменник. Нагреватель может быть разной формы, включая, но не ограничиваясь, электрический нагреватель и нагреватель, работающий на сжигании топлива. В некоторых вариантах реализации альтернатива может включать солнечный или геотермальный нагреватель.

Для процесса, представляющего интерес, нагреватель используется как Н-02 и Н-13L, чтобы соответственно предварительно нагреть поток 2 для 1-2 обычного реактора CR-03А и нагреть поток 13L для облегчения дистилляции. Н-13L также широко известен как ребойлер, поскольку он расположен в нижней части дистилляционной колонны DB-13, для нагревания смеси для дистилляции. В некоторых вариантах осуществления любой из Н-02 и Н-13L может быть заменен теплообменником с нагревательной жидкостью для выполнения аналогичной функции нагрева.

Также имеется встроенный нагреватель для DP-07 для нагревания потока 6В для облегчения сушки полимера 1-9 Чистота и SR-10В для нагревания сорбента для удаления побочного продукта из сорбента. В некоторых вариантах осуществления нагреватель может быть заменен другими средствами для контроля температуры потока, например, теплообменником. В некоторых вариантах осуществления любой из 1-2 обычных реакторов CR-03А или 35-1 электрохимических реакторов ER-04 может поставляться со встроенным нагревательным устройством.

Пар также широко используется в качестве средства отопления, особенно в некоторых регионах с холодным климатом, где паровое отопление поставляется в качестве бытовой 40-5 коммунальной услуги. Хотя возможно обычное паровое отопление 40-5 Утилита, в некоторых вариантах

реализации паровое отопление используется в теплообменнике, специфичном для конкретного процесса.

Теплообменник, с другой стороны, может использоваться либо для нагрева, либо для охлаждения, в зависимости от того, является ли теплообменная жидкость более горячей или более холодной, чем поток. Охлаждающая жидкость обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой воду 40-5 Утилита из-за ее низкой стоимости и низкого экологического следа. В некоторых вариантах осуществления охлаждающая жидкость может быть другой жидкостью, такой как аммиак или печное топливо, в зависимости от требований процесса. Для процесса, представляющего интерес, теплообменники X-07B, X-13C и X-16A используются в качестве охладителей для конденсации соответственно потока 7B, потока 13C и потока 16A. В случае X-07B охлаждающая жидкость, обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой воду 40-5 Утилита, используется для охлаждения и конденсации паров промывочной жидкости 21-2 потока 7B из сушилки DP-07. Для X-13C, охлаждающая жидкость, обычно, но не ограничиваясь этим, 40-5 Коммунальная вода, используется для охлаждения и конденсации паров дистилляции на вершине дистилляционной колонны DB-13, поток 13C в качестве конденсатора рефлюкса. Для X-16A охлаждающая жидкость, обычно, но не ограничиваясь этим, 40-5 Коммунальная вода, используется для охлаждения потока охлаждающей жидкости 16A перед рециркуляцией в барабан охлаждающей жидкости D-16.

Если требуется низкая температура, вместо нагревателя может быть использован охладитель. Охладитель может иметь различную форму, включая, но не ограничиваясь этим, градирню, холодильник или теплообменник. С точки зрения затрат, в интересующем нас процессе в качестве средства охлаждения использовался теплообменник, поскольку его стоимость энергии ниже, чем у холодильника. Охладитель также может быть использован в целях безопасности процесса для предотвращения перегрева оборудования. В некоторых вариантах осуществления, 1-2 Обычный реактор CR-03A имеет встроенную охлаждающую рубашку для предотвращения перегрева. В некоторых вариантах осуществления 35-1 электрохимический реактор ER-04 может аналогичным образом иметь охлаждающую рубашку, установленную на стенке сосуда.

#### ***40-5 Коммунальное хозяйство***

40-5 Утилита состоит из 40-5 Утилита энергии, 40-5 Утилита воды и других 40-5 Утилита.

40-5 Коммунальная энергия, обычно в виде электричества, необходима для питания всего процесса. Она необходима для питания многих единиц оборудования в процессе, включая CR-03A, 35-1 Электрохимический реактор ER-04, CF-03B, M-02, WP-05A, DP-07, MP-08, PP-09, SR-10B, XB-11, DB-13. Например, 35-1 Электрохимический реактор требует не только электроэнергии для приведения в действие реакции электрохимической полимеризации, но и механических частей, таких как 4-1 Подвижный электрод, вентилятор дымоудаления B-04, и 9-14 Подвижная опора, если применимо. 40-5 Коммунальная энергия также необходима для питания 40-3 насосов/компрессора, 40-4 нагревателя/охлаждителя и системы управления процессом.

40-5 Коммунальная вода, с другой стороны, имеет множество применений, в том числе в качестве теплоносителя и промывочной жидкости. Для интересующего нас процесса 40-5 коммунальная вода может использоваться в качестве промывочной жидкости 21-2 для промывки 1-8 полимера в 1-9 чистый полимер или в качестве охлаждающей жидкости T в теплообменниках, благодаря своей доступности, низкой стоимости и низкому воздействию на окружающую среду для обеих целей. В некоторых вариантах осуществления промывочная жидкость 21-2 и охлаждающая жидкость не обязательно должны быть водой. Например, можно использовать органическую промывочную жидкость 21-2, такую как этанол, а альтернативная охлаждающая жидкость может включать 6 9 аммиак, который также имеет высокую удельную теплоемкость.

Другие коммунальные услуги включают упомянутый неводный теплоноситель и неводную 21-2 промывочную жидкость, но также включают любую другую форму 40-5 коммунальных услуг. Отопительный пар, который доступен в регионе с холодным климатом для бытового отопления, рассматривается как другие коммунальные услуги. Другой тип общих прочих 40-5 Утилиты включает топливо, поставляемое из трубопровода 40-5 Утилиты, например, газ метан для отопления при сжигании. В некоторых вариантах реализации некоторые различные жидкости, такие как газообразный азот или другие химические вещества, жидкие или газообразные, подаются по трубопроводу 40-5 Утилиты для конкретных технологических целей, например, для очистки трубы от потока.

### ***40-6 Клапаны***

Существуют различные типы клапанов 40-6. Для интересующего нас процесса используются такие клапаны 40-6, как клапан включения/выключения, регулирующий клапан, переключающий клапан и обратный клапан.

Клапан включения/выключения используется вместо регулирующего клапана в целях экономии средств, на потоках, где нет необходимости контролировать расход. Для интересующего нас процесса клапаны включения/выключения используются при нижнем сливе емкостей, например, в нижнем сливе D-00A, D-00B, T-01A, T-01B, T-15, D-12, TB-14, D-16. При осушении контейнера точный контроль скорости потока обычно не рассматривается, а целью чаще всего является удаление жидкого содержимого контейнера. Учитывая относительно большой объем контейнера по сравнению со скоростью потока при сливе, оператор может непрерывно сливать жидкость без контроля скорости потока, а затем отключать клапан включения/выключения при желаемом уровне жидкости в контейнере, в ситуациях, когда требуется частичный слив жидкости из контейнера. С другой стороны, у PP-09 нет слива, поскольку это твердый полимерный продукт 1-10, и он загружается механически (вручную или роботом) в транспортное средство.

В некоторых вариантах реализации клапан включения/выключения в указанных положениях может быть заменен регулирующими клапанами, когда требуется более точное управление скоростью потока. Регулирующие клапаны 40-6 Клапаны предназначены для более точного управления частичным закрытием, для управления расходом через такое частичное закрытие для достижения желаемого расхода. Степень частичного перекрытия может контролироваться вручную оператором на месте или дистанционно с помощью централизованной системы управления. В связи с необходимостью точного управления расходом во многих потоках технологического процесса широко используются регулирующие клапаны, а именно V-00A, V-00B, V-01A, V-01B, V-02R, V-02, V-03A, V-03B, V-05B, V-04, V-05A, V-06A, V-06B, V-05H, V-05L, V-07B, V-07C, V-11A, V-11B, V-13B, V-13H, V-13L, V-13A, V-15A, V-15B, V-13D, V-16B, V-16C, где нумерация соответствует номеру потока, расход которого регулируется.

В некоторых потоках устанавливаются обратные клапаны для предотвращения обратного потока, который может привести к загрязнению. Обратные клапаны используются в потоках, где возможен обратный поток, который может иметь последствия для процесса, особенно C-02R, C-05L, C-12A, C-12B, C-13A, C-13B, C-15A, C-15B. Эти обратные клапаны используются для соответствующего предотвращения обратного потока соответствующего номера потока, а именно: поток рециркуляции 2R, поток 5L слива бака промывочной жидкости, поток 12A выхода барабана растворителя D-12, поток 12B входа барабана растворителя D-12, поток 13A входа бака побочных продуктов TB-14, поток 13B входа экстрактора растворителя XB-11, и поток 15A входа резервуара

электролита Т-15, и поток 15В выхода резервуара электролита Т-15. В некоторых вариантах осуществления дополнительные обратные клапаны могут быть добавлены к другим потокам для обеспечения дополнительной безопасности процесса, хотя и с дополнительными затратами на такие дополнительные обратные клапаны.

Переключающие клапаны обычно используются для управления трехходовым потоком в определенном направлении. Он может быть использован для направления потока, особенно во взаимно исключающем направлении, таким образом, что поток может проходить только по одному пути, но не по обоим одновременно. Используемые переключающие клапаны включают S-03А, S-03В, S-10А, S-10В, S-13Н, S-13L, S-13А, S-13В. Переключающие клапаны используются для направления потока на 2 различных варианта или для слияния 2 альтернативных путей в один поток.

В целях модернизации 34-3 такие переключающие клапаны часто используются в паре, один расходящийся и один сходящийся, для завершения блокировки 34-3 модернизации, включая пару S-03А S-03В для модернизации 35-1 электрохимического реактора, пару S-10А S-10В для модернизации 1-5 регенерационного блока, пару S-13Н S-13L для реверсирования трубопроводов дистилляционной колонны и, наконец, пару S-13А S-13В для реверсирования потоков между побочным продуктом и растворителем.

В некоторых вариантах реализации дополнительные переключающие клапаны могут быть добавлены к потокам, где требуется переключение между альтернативными потоками. В некоторых вариантах реализации переключающий клапан может быть заменен трехходовым клапаном для обеспечения параллельной работы двух потоков, особенно в случае модернизации 34-3, чтобы свести к минимуму перебои в работе, которые привели бы к прекращению получения прибыли, на обычных полимерных заводах с модернизацией 34-3.

Клапан сброса давления используется для обеспечения безопасности процесса для сброса содержимого контейнера, когда давление в контейнере превышает определенный предел, чтобы предотвратить разрыв контейнера. Для интересующего нас процесса клапан сброса давления используется в 1-2 Обычном реакторе CR-03А. В некоторых вариантах реализации дополнительные клапаны сброса давления могут быть использованы в других контейнерах, где присутствует высокое давление.

## Процесс 7-7 Контроль

Процесс 7-7 Контроль представлен на рисунке 48. Процесс 7-7 управления также подробно представлен в виде P&ID на рисунке 49, а дальнейшее пояснение легенды - на рисунке 50. Он состоит из комбинации 48-1 Каскада, 48-2 Прямая связь, 48-3 Обратная связь, 48-4 Соотношение, 48-5 Раздельный диапазон, 48-6 Переопределение Выбор, чтобы передать любое нарушение процесса на 48 7 индикатор/сигнализацию, где оператор будет реагировать соответствующим образом.

### **48-1 Каскад**

48-1 Каскадное управление - это метод 7-7 управления, объединяющий 2 или более контуров обратной связи, при котором выход одного регулятора (первичного регулятора) регулирует уставку второго регулятора. 48-1 Каскадное управление обеспечивает координацию между различными частями оборудования в 7-5 процессе с 48-8 быстрым реагированием.

На рисунке 51 показана общая схема каскадного управления для процесса 7-5. Общая цель системы управления процессом 7-7 для этого нового процесса 5-1 elerGreen заключалась в обеспечении производства с желаемой скоростью, особенно для потока полимеров 1-8.

Реализация включает в себя последовательную передачу возмущения на другие части, пока в конечном итоге не будет достигнуто место, где возмущение является приемлемым, как "48-14 резервуар для возмущения". 48-14 Резервуар для возмущения" обычно представляет собой уровень резервуара и потребление энергии, что выражается в расходе материалов и 40-5 коммунальных расходов (вода и 3-1 электроэнергия).

Затем заданное значение SIC 07A используется в качестве ссылки для дистанционного управления FIC 02 (через 48-6 Переопределение Выбор), контроллером индикатора скорости потока 2, IIC 04 (Электрика) контроллером индикатора тока 35-1 электрохимического реактора ER-04, FIC 13A, контроллером индикатора скорости потока 13A, FIC 01A, контроллером индикатора скорости потока 1A вверх по потоку и SIC 08 (операционная )) контроллером индикатора скорости литьевой машины MP-08 вниз по потоку.

Контроллер индикатора скорости SIC 10B (рабочий) управляется контроллером индикатора скорости потока FIC 03B потока 3B. FIC 03B, контроллер индикатора скорости потока 3B посылает сигналы на FIC 11B, контроллер индикатора скорости потока ниже по потоку.

Помимо нескольких каскадов, которые охватывают далеко вверх и вниз по потоку, каскадное управление 48-1 также используется для небольших единиц оборудования:

FIC 03A, контроллер индикатора скорости потока 3A управляет PIC 03B, контроллером индикатора давления потока 3A, который поддерживает давление PIT 03B, датчика индикатора давления потока 3A, на заданном уровне. Контроллер индикатора давления PIC 03B потока 3A также зависит от расположенного ниже по потоку 1-12 преобразователя индикатора давления PIT 04 потока 3B, который поддерживается на заданном уровне контроллером индикатора давления PIC 04 потока 3B.

Контроллер индикатора уровня LIC 05A мойки WP-05A управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 05B потока 5B.

Контроллер LIC 06 индикатора уровня отстойника SP-06 управляет как FIC 05A, контроллером индикатора скорости потока 5A, так и FIC 06B, контроллером индикатора скорости потока 6B.

FIC 06A, контроллер индикатора скорости потока 6A, также управляется контроллером индикатора уровня LIC 07 сушилки DP-07.

FIC 06B, контроллер индикатора скорости потока 6B также управляет PIC 06B контроллером индикатора давления потока 6B, который в свою очередь управляет насосом P-06B для поддержания заданного значения PIT 06B датчика индикатора давления потока 6B.

FIC 11B, контроллер индикатора скорости потока 11B, также управляет PIC 11B контроллером индикатора давления потока 11B, который поддерживает заданное значение индикатора давления PIT 11B в потоке 11B, управляя P-11B.

FIC 13B, контроллер индикатора скорости потока 13B также управляет PIC 13B контроллером индикатора давления потока 13B, который удерживает PIT 13B датчик индикатора давления потока 13B в заданном значении, управляя P-13B.

### **48-2 Фидфорвард**

48-2 Прямая связь - это метод управления параметром 7-5 процесса путем измерения входного сигнала и соответствующей корректировки с преимуществом 48-9 точности. 48-2 прямая связь подходит, когда параметр является параметром, который быстро реагирует на изменение, и что возмущение не зависит от сложных факторов.

На рисунке 52 показано простое 48-2 прямая связь управление для клапанов. Контроллер FIC 01A получает сигнал от FIT 01A выше по потоку, затем посылает сигнал для управления V-01A ниже по потоку. Характеристика управления с опережением заключается в том, что сигнал, полученный от вышестоящего устройства, посылается нижестоящему устройству для ответа.

Для целей электрохимического производства 7-5 Процесс, 48-2 прямая связь используется для относительно предсказуемых подсистем, таких как расход, положение, скорость, ток и 6-5 Приложенное напряжение. Поскольку в указанном 7-5 процессе имеется много таких подсистем, 48 2 прямая связь используется широко:

Для потока 31-1 растворителя 0A, FIC 00A, контроллер индикатора расхода потока 0A, поддерживает FIT 00A, передатчик индикатора расхода потока 0A, в заданном положении, управляя клапаном V-00A.

Для потока 32-1 добавок поток 0B, FIC 00B, контроллер индикатора расхода потока 0B, поддерживает FIT 00B, датчик индикатора расхода потока 0B, в заданном положении, управляя клапаном V-00B.

Для потока 1A материала A 68-1, FIC 01A, контроллер индикатора расхода потока 1A, поддерживает FIT 01A, датчик индикатора расхода потока 1A, в заданном положении, управляя клапаном V-01A.

Для материала B поток 1B, FIC 01B, контроллер индикатора расхода потока 1B, поддерживает FIT 01B, датчик индикатора расхода потока 1B, в заданном положении, управляя клапаном V-01B.

Для подготовленного 1-7 потока электролита 2, FIT 02, преобразователь показателя расхода потока 2, поддерживается в заданном положении FIC 02, контроллером показателя расхода потока 2, который управляет клапаном V-02.

AIC 02, контроллер индикатора анализа (состава) подготовленного потока 1-7 электролита 2, используется для поддержания AIT 02, передатчика индикатора анализа (состава) подготовленного потока 1-7 электролита 2, на заданном уровне.

Входной поток рецикла 2R измеряется FIT 02R, преобразователем индикатора скорости потока 2R, и поддерживается на заданном уровне FIC 02R, регулятором индикатора скорости потока 2R, путем управления клапаном V-02R.

Для выходного потока 3A обычного реактора 1-2, FIT 03A, преобразователь показателя расхода потока 3A, поддерживается на заданном уровне FIC 03A, контроллером показателя расхода потока 3A, который управляет клапаном V-03A.

Для скорости перемешивания 1-2 обычного реактора CR-03A, SIC 03A (перемешивание) Контроллер индикатора скорости 1-2 обычного реактора CR-03A, управляющий мешалкой, который поддерживает SIT 03A, передатчик индикатора скорости 1-2 обычного реактора CR-03A, на заданном уровне.

Уровень в 1-2 обычном реакторе LIT 03A, преобразователь индикатора уровня 1-2 обычного реактора CR-03A, поддерживается на заданном уровне с помощью LIC 03A, контроллера индикатора уровня 1-2 обычного реактора CR-03A.

Для потока 3B смеси электролита 1-15 побочного продукта 1-7, FIC 03B, контроллер индикатора скорости потока 3B, поддерживает FIT 03B, преобразователь индикатора скорости потока 3B, на заданном уровне, управляя клапаном V-03B.

Для промывочной жидкости 21-2, поступающей в поток 4 электрохимического реактора 35-1 и выходящей из него, FIT 04, датчик-индикатор скорости потока потока 4, измеряет скорость потока на входе, которая поддерживается на заданном уровне FIC 04, контроллером-индикатором скорости потока 4, управляющим V-04.

С другой стороны, уровень ER 04, LIT 04, преобразователь индикатора уровня 35-1 электрохимического реактора ER-04, контролируется LIC 04, контроллером индикатора уровня 35-1 электрохимического реактора ER-04.

Для 35-1 электрохимического реактора ER-04, EIC04, контроллер индикатора напряжения 35-1 электрохимического реактора ER-04, SIC 04, контроллер индикатора скорости 35-1

электрохимического реактора ER-04, и ZIC 04, контроллер индикатора положения (лопасти) 35-1 электрохимического реактора ER-04, соответственно управляют EIT 04, передатчиком индикатора напряжения 35-1 электрохимического реактора ER-04, SIT 04, передатчиком индикатора скорости 35-1 электрохимического реактора ER-04, и ZIT 04, (Лезвие) передатчиком индикатора положения 35-1 электрохимического реактора ER-04.

Для потока 5A промытой 1-9 чистой полимерной суспензии используется FIC 05A, контроллер индикатора скорости потока 5A, чтобы поддерживать FIT 05A, преобразователь индикатора скорости потока 5A, на заданном уровне, управляя клапаном V-05A.

Скорость перемешивания в промывателе WP-05A измеряется SIT 05A, передатчиком индикатора скорости промывателя WP-05A, который поддерживается на заданном уровне SIC 05A, контроллером индикатора скорости промывателя WP-05A, который управляет мешалкой.

Уровень удержания WP-05A измеряется LIT 05A, преобразователем индикатора уровня промывочной машины WP-05A, и управляется LIC 05A, контроллером индикатора уровня промывочной машины WP-05A.

Для подачи свежей промывочной жидкости 21-2 в промывочную машину, поток 5B, FIC 05B, контроллер индикатора скорости потока 5B, используется для поддержания FIT 05B, датчика индикатора скорости потока 5B, на заданном уровне, управляя клапаном V-05B.

Для подачи промывочной жидкости 21-2 в поток 5B, AIT 05B, (Состав) индикатор анализа потока 5B, измеряет концентрацию 1-14 отработанного электролита в потоке 5B, и поддерживается на заданном уровне AIC 05B, (Состав) индикатор анализа контроллера потока 5B.

Для подачи свежей 21-2 промывочной жидкости в бак промывочной жидкости поток 5H, FIC 05H, контроллер индикатора скорости потока потока 5H, в свою очередь, поддерживает FIT 05H, датчик индикатора скорости потока потока 5H на заданном уровне, управляя клапаном V-05H.

Для нагнетания потока в бак для моющей жидкости поток 5L, FIC 05L, контроллер индикатора расхода потока 5L поддерживает FIC 05L, датчик индикатора расхода потока 5L в заданном положении, управляя клапаном V-05L.

Уровень задержания осадка 1-9 чистого полимера Р измеряется LIT 06, преобразователем индикатора уровня установки SP-06, и контролируется LIC 06, контроллером индикатора уровня установки SP-06.

Для потока 6А 1-9 чистого полимерного осадка, FIC 06А, контроллер индикатора скорости потока 6А, поддерживает FIT 06А, датчик индикатора скорости потока 6А, на заданном уровне, управляя клапаном V-06А.

Для верхнего 21-2 потока промывочной жидкости 6В, FIC 06В, контроллер индикатора скорости потока 6В, используется для поддержания FIT 06В, датчика индикатора скорости потока 6В, на заданном уровне, управляя клапаном V-06В.

Для потока 7А чистого полимерного порошка 1-9, контроллер SIC 07А, (Индикатор скорости транспортировки) потока 7А, удерживает SIT 07А, (Индикатор скорости транспортировки) передатчик потока 7А в заданном положении. Фактически, это важнейшая часть процесса 7 7 управления.

Для парового потока 7В, FIC 07В, контроллер индикатора скорости потока 7В поддерживает FIT 07В, датчик индикатора скорости потока 7В на заданном уровне, управляя клапаном V-07В.

Для охлаждающего потока 7С конденсатора X-07В, FIC 07С, контроллер индикатора расхода потока 7С, поддерживает FIT 07С, датчик индикатора расхода потока 7С, на заданном уровне, управляя клапаном V-07С.

Для рабочей скорости ТПА МР-08, SIC 08, контроллер индикатора скорости ТПА МР-08 используется для управления SIT 08, преобразователем индикатора скорости ТПА МР-08 напрямую.

Для рабочей скорости узла упаковки полимеров РР-09, SIC 09, контроллер индикатора скорости узла упаковки полимеров РР-09, контролирует скорость упаковки SIT 09, передатчик индикатора скорости узла упаковки полимеров РР-09.

Для регенератора сорбента SR-10В, SIC 10В, (транспортировка )Контроллер индикатора скорости регенератора сорбента SR-10В, поддерживает SIT 10В, (Транспортировка ) Трансмиссия индикатора скорости регенератора сорбента SR-10В, на заданном уровне, управляя двигателем/мотором регенератора сорбента SR-10В.

Для скорости перемешивания экстрактора растворителя XB-11, SIC 11, (перемешивание) контроллер индикатора скорости экстрактора растворителя XB-11 держит SIT 11, (перемешивание) передатчик индикатора скорости экстрактора растворителя XB-11, в заданной точке, управляя двигателем/мотором экстрактора растворителя XB-11.

LIT 11, индикатор уровня экстрактора растворителя XB-11 измеряет уровень экстрактора растворителя, поддерживаемый на заданном уровне контроллером LIC 11, индикатором уровня экстрактора растворителя XB-11.

Для экстракта растворителя поток 11А, FIC 11А, контроллер индикатора потока 11А, удерживает FIT 11А, преобразователь индикатора потока 11А, на заданном уровне, управляя клапаном V-11А.

Для рафината 1-7 поток электролита 11В, FIC 11В, контроллер индикатора скорости потока 11В, поддерживает FIT 11В, датчик индикатора скорости потока 11В, на заданном значении, управляя клапаном V-11В.

AIT 11В, преобразователь индикатора анализа (состава) потока 11В, поддерживается на заданном значении контроллером AIC 11В, контроллером индикатора анализа (состава) потока 11В.

Для потока 12А подачи растворителя, FIC 12А, контроллер индикатора скорости потока 12А, поддерживает FIT 12А, преобразователь индикатора скорости потока 12А, в заданном положении, управляя клапаном V-12А.

Для потока перелива растворителя 12В FIC 12В, контроллер индикатора скорости потока 12В, поддерживает заданное значение FIT 12В, датчика индикатора скорости потока 12В, управляя клапаном V-12В.

Уровень в резервуаре измеряется LIT 13, преобразователем индикатора уровня дистилляционной колонны DB-13, поддерживается в заданном положении LIC 13, контроллером индикатора уровня дистилляционной колонны DB-13.

Для ступени подачи измеряется ZIT 13, Передатчик индикатора положения подачи на XB-13, который поддерживается в заданном положении ZIC 13, Контроллером индикатора положения подачи на XB-13, путем управления положением входной подачи дистилляционной колонны XB-13.

Для потока 1-15 побочного продукта Н 13А, FIC 13А, контроллер индикатора скорости потока 13А, поддерживает FIT 13А, передатчик индикатора скорости потока 13А, на заданном уровне, управляя клапаном V-13А.

Анализ побочного продукта 1-15 измеряется АIT 13А, передатчиком индикатора анализа (состава) потока 13А, который поддерживается на заданном уровне АIC 13А, контроллером индикатора анализа (состава) потока 13А.

Для потока рециркуляции растворителя 13В, FIC 13В, контроллер индикатора скорости потока 13В, управляет FIT 13В, передатчиком индикатора скорости потока 13В, на заданном уровне посредством управления клапаном V-13В.

АIT 13В, преобразователь индикатора анализа (состава) потока 13В, поддерживается на заданном значении посредством АIC 13В, контроллера индикатора анализа (состава) потока 13В.

Для потока 13D охлаждающей жидкости конденсатора X-13С, FIC 13D, контроллер индикатора скорости потока 13D, поддерживает FIT 13D, датчик индикатора скорости потока 13D, в заданном положении, управляя клапаном V-13D.

Для рефлюксной дистилляции поток 13Н, FIC 13Н, контроллер индикатора расхода потока 13Н, поддерживает FIT 13Н, преобразователь индикатора расхода потока 13Н, на заданном уровне, управляя клапаном V-13Н.

Для нижнего продукта дистилляционной колонны поток 13L, FIC 13L, контроллер индикатора расхода потока 13L, поддерживает FIT 13L, датчик индикатора расхода потока 13L, на заданном уровне, управляя клапаном V-13L.

Для притока в резервуар поток 15А, FIC 15А, контроллер индикатора скорости потока 15А, поддерживает FIT 15А, преобразователь индикатора скорости потока 15А, в заданном значении, управляя клапаном V-15А, а для оттока из резервуара поток 15В, FIC 15В, контроллер индикатора скорости потока 15В, поддерживает FIT 15В, преобразователь индикатора скорости потока 15В, в заданном значении, управляя клапаном V-15В.

LIT 16, датчик-индикатор уровня охлаждающей жидкости барабана D-16, поддерживается в заданном положении с помощью LIC 16, контроллера-индикатора уровня охлаждающей жидкости барабана D-16.

Для подачи охлаждающего воздуха в поток 16В, FIC 16В, преобразователь индикатора скорости потока 16В, поддерживается в заданном положении FIC 16В, контроллером индикатора скорости потока 16В, путем управления клапаном V-16В.

Для подачи охлаждающей жидкости в поток 16С, FIC 16С, преобразователь показателя расхода потока 16С, поддерживается на заданном значении FIC 16С, регулятором показателя расхода потока 16С, путем управления клапаном V-16С.

Кроме вышеуказанного простого управления 48-2 прямая связь , 48-2 прямая связь также используется в 48-1 каскадном режиме для управления другим контроллером, расположенным ниже по потоку:

LIT 03А, преобразователь индикатора уровня 1-2 обычного реактора CR-03А, также влияет на SIC03А, контроллер индикатора скорости (перемешивания) 1-2 обычного реактора CR-03А.

IIC 04, (Электрический) контроллер индикатора тока 35-1 электрохимического реактора ER-04, представляет заданную степень реакции в 35-1 электрохимическом реакторе ER-04 и как таковой используется для управления практически всем, что связано с 35-1 электрохимическим реактором ER 04. Прежде всего, он обеспечивает заданное значение для IIT 04, (электрического) индикаторного преобразователя тока 35-1 электрохимического реактора ER-04. Он также управляет EIC 04, контроллером индикатора напряжения 35-1 электрохимического реактора ER-04, SIC 04, контроллером индикатора скорости (электрода) 35-1 электрохимического реактора ER-04, и ZIC 04, контроллером индикатора положения лопаток 35-1 электрохимического реактора ER-04.

IIC 04, (Электрический) контроллер индикатора тока 35-1 электрохимического реактора ER-04, также управляет FIC 03В, контроллером индикатора скорости потока 3В вниз по течению.

Заданное значение SIC 05А, контроллера индикатора скорости (перемешивания) промывателя WP-05А, также зависит от LIT 05А, преобразователя индикатора уровня промывателя WP-05А.

FIC 06А, контроллер индикатора скорости потока 6А, управляет FIC 06В, контроллером индикатора скорости потока 6В.

TIC 07, контроллер индикатора температуры сушилки DP-07, управляется расходом на входе FIC 06А, контроллер индикатора расхода потока 6А.

FIC 07C, контроллер индикатора скорости потока 7C, управляется TIC 07, контроллером индикатора температуры сушилки DP-07, и FIC 07B, контроллером индикатора скорости потока 7B.

SIC 08, (рабочий) контроллер индикатора скорости формовочной машины MP-08, также управляет SIC 09, (рабочим) контроллером индикатора скорости устройства для упаковки полимеров PP-09 далее по течению.

FIC 11A, контроллер индикатора скорости потока 11A, управляет FIC 13B, контроллером индикатора скорости потока 13B.

LIT 11, передатчик индикатора уровня экстрактора растворителя XB-11, также посылает сигнал на SIC 11, контроллер индикатора скорости экстрактора растворителя XB-11.

AIT 11A, контроллер индикатора анализа (состава) потока 11A, посылает сигналы на AIC 13A, контроллер индикатора анализа (состава) потока 13A.

TIT 13C, преобразователь индикатора температуры потока 13C, измеряет температуру на входе в конденсатор, а FIT 13C, преобразователь индикатора скорости потока 13C, измеряет скорость потока, оба затем посылают сигналы на FIC 13D, контроллер индикатора скорости потока 13D.

FIT 16A, передатчик индикатора скорости потока 16A, посылает сигнал на FIC 16B, контроллер индикатора скорости потока 16B.

LIC 16, контроллер индикатора уровня охлаждающей жидкости барабана D-16, управляет FIC 16C, контроллером индикатора расхода потока 16C.

TIT 16A, датчик индикатора температуры потока 16A, поддерживается на заданном уровне TIC 16A, контроллером индикатора температуры потока 16A, путем управления вентилятором В-16В и FIC 16B, контроллером индикатора скорости потока 16B.

### ***48-3 Обратная связь***

48-3 Обратная связь используется, когда требуется 48-10 Надежность, например, когда параметр реагирует медленно, а возмущение включает сложные факторы. Для электрохимического 7-5 процесса 48-3 Обратная связь используется для 7-5 параметров процесса, которые зависят от более сложных явлений, трудно контролируемых 48-2 прямая связь, и где отклонение может повлиять на скорость и качество производства. На рисунке 53 показан пример управления с 48-3

обратной связью. AIC 05B получает сигнал от AIT 05B ниже по потоку, затем посылает сигналы на вышестоящий FIC 05L для дальнейшего реагирования. Характеристика обратной связи заключается в том, что сигнал посылается от нижестоящего подразделения к вышестоящему подразделению для ответа.

Из-за цели координации между блоками, 48-3 Обратная связь для электрохимического 7-5 процесса в основном используется в 48-1 каскадном стиле:

FIC 00A, контроллер индикатора скорости потока 0A управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 ниже по потоку.

FIC 00B, контроллер индикатора скорости потока 0B управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 ниже по течению.

FIC 01A, контроллер индикатора скорости потока 1A, в качестве ограничивающего реагента, управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 вниз по потоку.

FIC 01B, контроллер индикатора скорости потока 1B управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 ниже по течению.

Вверх по потоку FIC 02, контроллер индикатора скорости потока 2, управляет FIC 00A, контроллером индикатора скорости потока 0A, FIC 00B, контроллером индикатора скорости потока 0B, FIC 01A, контроллером индикатора скорости потока 1A, FIC 01B, контроллером индикатора скорости потока 1B и FIC 02R, контроллером индикатора скорости потока 2R.

Вместе с FIC 02 Контроллер индикатора скорости потока 2, AIC 02 (Состав) Контроллер индикатора анализа потока 2 управляет FIC 00A, Контроллер индикатора скорости потока 0A, FIC 00B, Контроллер индикатора скорости потока 0B, FIC 01A, Контроллер индикатора скорости потока 1A, FIC 01B, Контроллер индикатора скорости потока 1B и FIC 02R, Контроллер индикатора скорости потока 2R.

FIC 02R, контроллер индикатора скорости потока 2R, также управляет FIC 11B, контроллером индикатора скорости потока 11B.

Температура измеряется TIT 03A, преобразователем индикатора температуры 1-2 обычного реактора CR-03A, которая поддерживается на заданном уровне TIC 03A, контроллером индикатора

температуры 1-2 обычного реактора CR-03A, который управляет нагревателем H-02, расположенным выше по потоку.

TIC 03A, Контроллер индикатора температуры 1-2 конвенционального реактора CR-03A также зависит от температуры на выходе ниже по потоку TIT 03B, Трансмиситтер индикатора температуры потока 3B.

PIT 03A, датчик-индикатор давления 1-2 обычного реактора CR-03A, поддерживается на заданном уровне PIC 03A, контроллером-индикатором давления 1-2 обычного реактора CR-03A, который управляет насосами/компрессором Q-02 восходящего потока 40-3.

Выше по потоку, контроллер индикатора скорости потока 5A FIC 05A управляет как FIC 05B, контроллером индикатора скорости потока 5B, так и FIC 04, контроллером индикатора скорости потока 4.

Контроллер индикатора анализа AIC 05B (Состав) потока 5B работает, управляя FIC 05L, контроллером индикатора скорости потока потока 5L.

FIC 05L, контроллер индикатора скорости потока 5L, впоследствии управляет FIC 05H, контроллером индикатора скорости потока 5H.

FIC 06A, контроллер индикатора скорости потока 6A управляется SIC 07A, контроллером индикатора скорости (транспортировки) потока 7A.

Вверх по потоку FIC 06A, контроллер индикатора скорости потока 6A, управляет FIC 05A, контроллером индикатора скорости потока 5A.

Уровень удержания LIT 07, датчик индикатора уровня сушилки DP-07, также зависит от SIC 07A, контроллера индикатора скорости (транспортировки) сушилки DP-07, и управляется LIC 07, контроллером индикатора уровня сушилки DP-07.

Температура TIT 07, преобразователя индикатора температуры сушилки DP-07, фиксируется на заданном уровне TIC 07, контроллером индикатора температуры сушилки DP-07, путем управления системой отопления сушилки.

TIT 10A, преобразователь индикатора температуры сорбционной установки SB-10A измеряет температуру, поддерживаемую на заданном уровне TIC 10A, контроллером индикатора

температуры сорбционной установки SB-10A, путем управления контроллером индикатора скорости SIC 10B (транспортировка) регенератора сорбента SR-10B.

FIC 11A, контроллер индикатора скорости потока 11A зависит от FIC 13A, контроллера индикатора скорости потока 13A.

Контроллер индикатора уровня LIC 11 экстрактора растворителя XB-11 работает, управляя FIC 03B, контроллером индикатора скорости потока 3B.

Температура измеряется TIT 13, преобразователем индикатора температуры дистилляционной колонны DB-13, и поддерживается на заданном уровне TIC 13, контроллером индикатора температуры дистилляционной колонны DB-13, путем управления ребойлером H-13L.

Вверх по потоку FIC 13A, контроллер индикатора скорости потока 13, управляет FIC 11A, контроллером индикатора скорости потока 11A.

Контроллер индикатора анализа AIC 13A (состав) потока 13A управляет контроллером индикатора анализа AIC 13B (состав) потока 13B и контроллером индикатора положения ZIC 13 подачи в XB-13 выше по течению.

#### ***48-4 Соотношение***

48-4 Соотношение Контроль включает в себя мониторинг и управление соотношением 48-11 кратных отношений между 7-5 параметрами процесса. Обычно, но не ограничиваясь этим, задается стехиометрическое соотношение скоростей потоков в различных потоках. Для электрохимического 1-8 производства полимеров 5-1 eIerGreen Процесс, контроль соотношения 48-4 используется в основном для контроля и управления составом 1-7 электролита.

На рисунке 54 показан контроль соотношения 48-4 для дистилляционной колонны. FIC 13A, FIC 13B и AIT 11A посылают сигнал на RIY 13A для управления FIC 13H на основе соотношения расходов, а FIC 13B, AIC 13B и AIC 13A посылают сигнал для оценки RIY 13B для управления FIC 13L.

RIY11, реле индикатора соотношения для восстановления электролита 1-5 используется для контроля и управления составом электролита 1-7 путем управления либо потоком сорбции 45-1, либо потоком экстракции растворителя 44-1. Реле индикатора соотношения RIY 11 для восстановления электролита 1-5 управляется контроллером индикатора расхода FIC 03B потока

3В, передатчиком индикатора анализа АIT 03В (Состав) потока 3В, контроллером индикатора расхода FIC 11В потока 11В, контроллером индикатора анализа АIC 11В (Состав) потока 11В и контроллером индикатора анализа АIC 13В (Состав) потока 13В.

Для пути сорбции реле индикатора соотношения регенерированного электролита RIY 11 управляет SIC 10В, контроллером индикатора скорости (транспортировки) регенератора сорбента. Для пути экстракции растворителя реле индикатора соотношения RIY 11 регенерированного электролита 1-7 управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 13В.

В тракте экстракции растворителя для дистилляционной колонны DB-13 используется еще один регулятор соотношения 48-4 в виде RIY 13А и RIY 13В, которые соответственно управляют рефлюксом и донной дистилляцией. Контроллер FIC 13А индикатора скорости потока побочного продукта 13А управляет реле индикатора соотношения RIY 13А рефлюкса дистилляции и реле индикатора соотношения RIY 13В донной дистилляции.

Для рефлюкса дистилляции реле индикатора соотношения RIY 13А рефлюкса дистилляции управляется контроллером индикатора скорости потока FIC 13В потока растворителя 13В. Передатчик индикатора анализа АIT 11А (Состав) потока экстракта 11А также посылает сигналы на реле индикатора соотношения RIY 13А дистилляционного рефлюкса. Реле индикатора соотношения RIY 13А дистилляционного рефлюкса затем управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 13Н потока рефлюкса 13Н.

Для реле индикатора соотношения RIY 13В донной дистилляции оно управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 13L донного потока 13L. Контроллер индикатора анализа АIC 13А (Состав) потока побочного продукта 13А также управляет реле индикатора соотношения RIY 13В донного потока дистилляции.

#### ***48-5 Диапазон разделения***

Управление 48-5 Раздельный диапазон используется для 48-12 Необходима другая реакция, когда контроллер используется для управления 2 конечными элементами управления, такими как 2 из 40-6 клапанов, как показано на рисунке 56. В некоторых реализациях управление 48-5 Раздельный диапазон используется для 7-7 контроля уровня, температуры и 1-12 давления. В некоторых реализациях раздельный диапазон включает мертвую зону вблизи заданного значения, то есть

диапазон, в котором контроллер не реагирует, когда отклонение от заданного значения ниже определенного предела, как показано на рисунке 56, для экономии затрат на переключение между различными рабочими диапазонами А и В.

На рисунке 55 показано управление 48-5 Раздельный диапазон. LIC 05В посылает сигнал на FIC 05L или FIC 05Н, в зависимости от уровня жидкости в Т-05В в разных диапазонах. Когда уровень находится в более высоком диапазоне (диапазон В), FIC 05L (управление В) будет управляться для сброса жидкости. Когда уровень находится в нижнем диапазоне (диапазон А), FIC 05Н (управление А) управляется для добавления некоторого количества жидкости из 40-5 Утилита в Т-05В.

Для электрохимического 1-8 производства полимеров 5-1 elerGreen Процесс, 48-5 Контроль раздельного диапазона используется для контроля уровня в резервуаре 7-7 Контроль, соединенном с резервуаром, включая смесительный бак М-02 с резервуаром Т-15, бак промывочной жидкости Т-05В с 40 5 Утилита, и экстрактор растворителя ХВ-11 с барабаном растворителя D-12.

Уровень в резервуаре измеряется преобразователем индикатора уровня LIT 02 смесительного резервуара М-02 и регулируется контроллером индикатора уровня LIC 02 смесительного резервуара М-02. Контроллер индикатора уровня LIC 02 смесительного резервуара М-02, в свою очередь, управляет, посредством 48-5 Раздельный диапазон, как FIC 15А, контроллером индикатора скорости потока 15А, так и FIC 15В, контроллером индикатора скорости потока 15В.

Уровень в резервуаре измеряется датчиком-индикатором уровня LIT 05В резервуара промывочной жидкости Т-05В и управляется контроллером-индикатором уровня LIC 05В резервуара промывочной жидкости Т-05В, который также работает для управления FIC 05Н, контроллером-индикатором скорости потока 5Н и FIC 05L, контроллером-индикатором скорости потока 5L.

Контроллер индикатора уровня LIC 11 экстрактора растворителя ХВ-11 также работает, управляя 48-5 диапазоном разделения для обоих FIC 12А, контроллера индикатора скорости потока 12А и FIC 12В, контроллера индикатора скорости потока 12В.

### ***48-6 Переопределение выбора***

Управление 48-6 Переопределение Выбор обычно используется для баланса между 48-13 гибкостью и безопасностью технологической системы во время скачков в 7-5 процессе, когда периодически требуется вторичное 7-7 управление. Обычно оно не используется, но ограничивается целями безопасности технологического процесса, такими как поддержание 1-12 давления, уровня в резервуаре и температуры.

На рисунке 57 показан регулятор 48-6 Переопределение Выбор. Во время обычной работы, когда уровень LIT 13 находится на приемлемом уровне, FIC 13B берет на себя управление FIC 11A. Когда уровень LIT 13 превышает пороговое значение, LIC 13 вместо FIC 13B берет на себя управление FIC 11A.

Для электрохимического 1-8 производства полимеров 7-5 процесса управление 48-6 Переопределение Выбор используется для поддержания уровня в резервуаре, когда сложная установка выше и ниже по течению затрудняет управление 48-5 Раздельный диапазон. Когда уровень в резервуаре находится в пределах рабочего диапазона, клапаны 40-6 управляются контроллером потока. Однако, когда уровень в резервуаре падает ниже порогового значения, клапаны 40-6 вместо этого управляются регулятором уровня 7-7.

Для 1-2 обычного реактора CR-03A, когда уровень в резервуаре находится в желаемом диапазоне, заданное значение SIC 07A используется как ссылка для дистанционного управления FIC 02 контроллером индикатора расхода потока 2. Когда уровень в резервуаре не находится в желаемом диапазоне, контроллер индикатора уровня LIC 03A обычного реактора CR-03A управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 02 потока 2.

Для 35-1 электрохимического реактора ER-04, когда уровень в резервуаре находится в желаемом диапазоне, уставка SIC 07A комбинируется с контроллером индикатора тока LIC 04 (электрический) 35-1 электрохимического реактора ER-04 для управления FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 вверх по потоку. Когда уровень в резервуаре не находится в желаемом диапазоне, LIC 04, контроллер индикатора уровня 35-1 электрохимического реактора ER-04, управляет FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2.

Для дистилляционной колонны DB-13, когда уровень в баке находится в желаемом диапазоне, FIC 11A, контроллер индикатора скорости потока 11A, управляется FIC 13A, контроллером индикатора скорости потока 13A и FIC 13B, контроллером индикатора скорости потока 13B. Когда уровень в резервуаре не находится в диапазоне, контроллер индикатора уровня LIC 13 дистилляционной колонны DB-13 управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 11A потока 11A.

#### ***48-7 Индикатор/сигнализация***

Согласно первому принципу управления процессом 7-7 Контроль, всякий раз, когда происходит изменение параметра процесса 7-5, вызывающее возмущение, это изменение не может быть устранено, вместо этого оно просто передается через процесс 7-7 Контроль. Для интересующего нас процесса 5-1 eIerGreen стратегия управления процессом 7-7 направлена на перенос всех возмущений из химического 7-5 процесса, таких как скорость производства 1-8 полимеров, в некий "48-14 резервуар для возмущений", который имеет огромную толерантность к возмущениям, например, уровень резервуара для материалов.

Рисунок 58 иллюстрирует метод управления 48-7 индикатор/сигнализация. Это самый простой вариант, где LI 00A используется для измерения и сообщения об уровне резервуара. Есть 2 предела, на первом пределе он просто показывает значение уровня и напоминает оператору о необходимости контролировать запасы вручную, на втором пределе сигнализация звучит как более сильное напоминание, а процесс может быть остановлен для обеспечения безопасности процесса.

48-7 Индикатор/сигнализация используется для "48-14 Резервуар для возмущений", таких как уровень резервуара для хранения, поскольку уровень резервуара рассчитан на большой допуск и длительный промежуток времени. Например, резкое повышение температуры в обычном реакторе 1-2 или электрохимическом реакторе 35-1 приведет к нарушению скорости производства в считанные минуты, но если имеется система управления охлаждением 7-7, то она может перевести такое нарушение в резкое увеличение расхода охлаждающей жидкости, что приведет к увеличению счета за коммунальные услуги 40-5, что является менее желательным результатом.

Резервуары для хранения обычно рассчитаны на достаточное количество 1-6 реактивов для работы в течение более чем 1 дня. В результате процесс 7-7 управления стремится использовать

их в качестве "48-14 резервуара для возмущения". Во многих случаях возмущение в 7-5 процессе в конечном итоге будет передаваться как более высокая скорость расходования резервуаров, что дает ряд преимуществ:

- Более длительное время реагирования
- Более терпимые исходы
- 7-5 Безопасность процесса

Другие "48-14 Резервуар для возмущения", которые не регламентируются, а просто контролируются оператором - это уровни удержания:

- WI09, Индикатор веса полимерной упаковки PP-09
- LI 00A, индикатор уровня бочки с растворителем D-00A
- LI 00B, Индикатор уровня барабана с добавками D-00B
- LI 01A, Индикатор уровня питательного резервуара А Т-01А
- LI 01B, Индикатор уровня питательного бака В Т-01В
- LI 12 Индикатор уровня барабана с растворителем D-12
- LI 14 Индикатор уровня резервуара побочного продукта ТВ-14
- LI 15, Индикатор уровня резервуара Т-15

## Процедура эксплуатации 7-8

Процедура 7-8 разбита на рисунке 59 и включает в себя 59-1 укладку, 59-2 развертывание, 34-3 модернизацию, 59-3 техническое обслуживание и, наконец, 34-4 утилизацию отходов.

### **59-1 Укладка**

В промышленных установках электрохимические реакторы 35-1 укладываются в матрицы или массивы для минимизации занимаемого пространства. Благодаря прямоугольной форме сосудов 9-20 в горизонтальной плоскости, укладка в массивы 59-1 является очень эффективной с точки зрения использования пространства.

Рисунок 60 демонстрирует очень эффективный способ расположения электродов. Во-первых, электроды могут быть расположены поочередно или в совокупности. Попеременное расположение более энергоэффективно, поскольку расстояние между 3-2 анодом и 3-3 катодом меньше, а значит, меньше энергии рассеивается в виде сопротивления. Для достижения этой конфигурации жесткий изолятор 60-3 может быть использован в качестве опоры для закрепления анода 3-2 и катода 3-3 на одной опоре без короткого замыкания, что является стратегией, используемой для вращающегося дискового электрода 9-3 и спирального/винтового электрода 9-4.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 уложены в матрицу 2x1, как показано на Фиг. 61, то есть электрохимические реакторы 35-1 выглядят как пара с 1 из 61-4 Стороны укладки. Это обеспечивает 3 из 61-3 Сторона обслуживания для 61-1 Персонала для обслуживания оборудования. Две стороны сосуда 9-20, которые могут быть сделаны прозрачными, позволяют персоналу 61-1 заглядывать в сосуд 9-20 для наблюдения за сосудом 9-20.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 уложены в матрицу 2x2, как показано на фиг. 62, с 2 из 61-4 сторон укладки, это обычная установка, поскольку она обычно является компромиссом между компактностью и удобством использования, так как она по меньшей мере обеспечивает 2 из 61-3 сторон обслуживания для персонала 61-1 для развертывания, устранения неполадок и обслуживания электрохимических реакторов 35-1.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 уложены в матрицу 2хп, как показано на фиг. 63, с 3 из 61-4 стороной укладки. За исключением концевых электрохимических реакторов 35-1, которые имеют 2 из 61-3 стороны обслуживания, это обеспечивает только 1 из 61-3 сторону обслуживания для персонала 61-1.

Однако этой 1 из 61-3 сторон обслуживания обычно достаточно для 61-1 персонала для обслуживания 35-1 электрохимических реакторов, особенно для удаления 9-13 опор.

Рисунок 64 демонстрирует фактическую реализацию матричного массива 2хп из 35-1 электрохимических реакторов, для варианта 9-2 конвейерного ленточного электрода. В силу конструктивных соображений, направленных на экономию средств и пространства, транспорт 9-9 твердого тела может быть объединен вместе, в то время как такие компоненты, как 9-20 сосуд, 9-13 опора и 9-17 удаление газа, могут быть размещены модульно для облегчения развертывания и 59-3 обслуживания.

В некоторых вариантах осуществления штабелирование 35-1 электрохимических реакторов, обращенных наружу, как показано на Фиг. 65, может уменьшить проблему 59-3 обслуживания, но за счет меньшей компактности.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 укладываются в матрицы, как показано на рисунке 66. Это максимизирует компактность, но за счет удобства использования. В зависимости от ситуации, это может быть использовано, особенно когда более масштабная установка делает установку системы 9-13 опор, свисающих с потолка, экономически целесообразной для таких матриц, где 61-1 Персонал не может подойти непосредственно к оборудованию на любом 66-1 окруженном блоке.

### ***59-2 Развертывание***

Благодаря модульной природе и конструкции сборки существует удобный способ развертывания 35-1 электрохимического реактора. Развертывание 59-2 показано на рисунке 67.

Как показано на рисунке 67, первым шагом является 67-1 Развертывание реактора, где 9-20 Сосуд сначала размещается в указанном месте на площадке, а 7-6 Трубопровод подсоединяется к резервуару и выводится из него. Если имеется несколько электрохимических реакторов, они укладываются в массивы в соответствии с требованиями 59-1 "Укладка".

Вторым шагом является 67-2 Развертывание опоры электродов, где электроды 9-13 Опоры затем устанавливаются на резервуары. Обратите внимание, что электрод 9-13 Поддержка должен находиться в поднятом положении, чтобы электрод не столкнулся с резервуаром во время 59-2 развертывания.

Третий шаг – 67-3 Регулировка положения электрода, где для 9-14 подвижной опоры 9-13, такой как корпус рамы 23-4 на колесах 23-3, опору 9-13 можно вручную подтолкнуть к резервуару и отрегулировать ее положение. Когда положение зафиксировано, электрод опускается вниз с помощью домкрата до подходящего вертикального положения в резервуаре, чтобы впоследствии электрод мог погрузиться в электролит 1-7. Для варианта 9-15 Встроенная опора оба шага 67-2 Развертывание опоры электрода и 67-3 Регулировка положения электрода могут быть пропущены.

Четвертый шаг – 67-4 Развертывание твердого транспорта, где 9-12 Канал затем устанавливается на 35-1 Электрохимический реактор, а 7-6 Трубопроводы подключается к шайбе и от нее.

Последний шаг – 67-5 Установить газоотвод, где 9-17 Газоотвод устанавливается, если это применимо для реакции электрохимической полимеризации. Сначала газоотвод 9-17 с крышкой 24-2 устанавливается на электрод, а затем его положение вместе с крышкой 24-3 и грузом 24-4 подгоняется по размеру. Затем производится подключение газопровода 7-6 от вентиляционного отверстия 24-1 газоотвода 9-17 к системе вытяжки наверху, обычно с помощью крюка 7-6 к потолку.

Затем выполняется подключение 7-6 Трубопроводы к другим операциям устройства.

### ***34-3 Модернизация***

34-3 Модернизация обычного 1-8 полимерного 7-5 процесса включает следующую общую 7-8 процедуру:

35-1 Электрохимический реактор ER-04 сначала устанавливается параллельно с обычным реактором CR-03A в соответствии с процедурой 59-2 развертывания, включая C-04, поток 4 с V-04, вытяжные устройства и 7-6 трубопроводы. При необходимости штабелирования электрохимические реакторы 35-1 укладываются в массивы в соответствии с методикой 59 1 штабелирования.

Традиционный 1-8 полимерный процесс 7-5 временно остановлен. Затем жидкости в процессе 7-5 сливаются, и при необходимости отсоединяются следующие секции:

- Клапан V-02 и 1-2 Обычный реактор CR-03A.
- Фильтр CF-03B и насос P-03B
- Фильтр CF-03B и промывочная машина WP-05A

Для вышеуказанных секций устанавливается каждый переключающий клапан, и выполняются следующие соединения:

- S-03A к входу жидкости 35-1 электрохимического реактора ER-04
- S-3B к выходу жидкости C-04 электрохимического реактора 35-1 ER-04
- S-04 к выходу промывки 35-1 электрохимического реактора ER-04

Если обычный процесс 7-5 включает один и тот же метод регенерации (оба потока 45-1 сорбции до и после модернизации 34-3 или оба потока 44-1 экстракции растворителя до и после модернизации 34-3), поиск и устранение неисправностей можно проводить сразу после установки. Если традиционный процесс 7-5 включает другой метод регенерации 1-5, необходимо провести 34-3 модернизацию блоков регенерации 1-5. Для 34-3 дооснащения блоков регенерации 1-5 жидкости из следующих секций сливаются, а секции отсоединяются:

- V-03B и SB-10A/XB-11
- P-11B и SB-10A/XB-11.

Для вышеуказанных секций каждый переключающий клапан устанавливается между ними и выполняются следующие соединения:

- S-10A - SB-10A/XB-11
- S-10B - SB-10A/XB-11

Если в новом процессе 7-5 задействована дистилляционная колонна DB-13 и происходит смена ключа, необходимо также выполнить 34-3 Переоборудование дистилляционной колонны.

Жидкости из следующих секций сливаются, а секции отсоединяются:

- Рефлюкс дистилляционной колонны до V-13A
- низ дистилляционной колонны к P-13B

Для вышеуказанных секций устанавливается каждый переключающий клапан и выполняются следующие соединения:

- S-13H и S-13A к V-13A
- S-13L и S-13B к P-13B.

Дополнительные соединения выполняются между:

- S-13H - C-13B - S-13B
- S-13L - C-13A - S-13A

Если необходима другая промывочная жидкость 21-2, для замены промывочной жидкости 21-2 можно слить жидкости T-05B, WP-05A, SP-06 и DP-07.

Электрохимический 37-1 байпас запущен и протестирован, по сравнению с 1-2 обычным реактором.

Остальные части процесса 7-5 устраняют неполадки, чтобы соответствовать электрохимическому реактору 35-1. Устранение неисправностей включает в себя либо незначительные изменения параметров процесса, либо более серьезные изменения, такие как изменение состава смеси или даже замена частей оборудования.

### ***59-3 Техническое обслуживание***

В силу 7-1 конструкции устройства, обслуживание 59-3 более удобно, чем 1-2 Обычные реакторы и обычные электролизеры.

По сравнению с 1-2 обычным реактором, особенность удаления электрода сверху для нового 35-1 электрохимического реактора дает преимущество, особенно для 59-3 обслуживания, потому что эта особенность позволяет избежать времени и сложности слива и пополнения резервуара для жидкости, что позволяет сократить время простоя и снизить затраты на 59-3 обслуживание.

Для проведения технического обслуживания 59-3 процедура разворачивания 59-2 выполняется в обратном порядке в соответствии с рисунком 67. Сначала отключается питание электрохимической реакции и 4-1 подвижного электрода, чтобы убедиться, что обе реакции и 9-5 механические движения остановлены. Хотя также рекомендуется остановить приток и отток жидкости из сосуда 9-20 по более строгим соображениям 7-5 безопасности процесса, его можно

оставить включенным, особенно если поток не турбулентный. Затем вытяжной шкаф выключается, и 9-17 Газоотвод снимается с электрода и помещается в другое место, что является обратной процедурой по сравнению с 67-5 Установка газоотвода. Небольшое отличие от процедуры 59-2 Развертывание заключается в том, что система 9-9 Твердое транспортное средство может оставаться на месте (а не сниматься), а электрод может быть поднят домкратом, после выполнения процедуры 67-3 Отрегулируйте положение электрода в обратном порядке для извлечения его из резервуара, так что этап 67-4 Развертывание твердого транспорта в обратном порядке может быть пропущен. Опора 9-13 с поднятым на домкрате электродом может быть отодвинута в качестве обратного шага 67-2 Развернуть опору электрода из резервуара в подходящее место для 59-3 Технического обслуживания, включая, но не ограничиваясь этим, очистку поверхности электрода и замену отработанных частей.

например, тупых лезвий. Однако сосуд 9-20 обычно неподвижен, поэтому операцию 67-1 Развертывание реактора в обратном направлении для извлечения сосуда 9-20 можно пропустить. Для облегчения работы оператора, дотянуться до 59-3 Обслуживание, электрод может быть освобожден вниз, как это необходимо по эргономическим соображениям.

После 59-3 Технического обслуживания электрод подтаскивается к сосуду 9-20 и устанавливается в положение "домкрат вверх" в соответствии с процедурой 67-2 Развертывание опоры электрода. Последующая процедура подготовки 35-1 электрохимических реакторов к работе аналогична процедуре 59-2 Развертывания.

#### ***34-4 Удаление отходов***

Для 34-4 Управления отходами экстрактор необходимо установить перед питательными баками. В некоторых вариантах реализации для извлечения активного ингредиента используется оборудование, установленное в электрохимическом 1-8 полимерном 7-5 процессе выше по потоку. В некоторых других вариантах реализации это делается на другой очистной установке 34-4, которая может принадлежать компании elerGreen или просто работать по субподряду с другими заводами) и просто доставляется на электрохимический завод по производству полимеров 1-8.

Во многих случаях для выделения активного ингредиента из 5-2 химических отходов необходимо очистительное оборудование. Например, при обработке лакокрасочного шлама 5-2 Химические отходы требуется выделение этиленгликоля.

## Примеры и эксперименты

### *Общие эксперименты*

Протоколы включают 3 основных компонента: 1-1 Подготовка, 35-1 Работа электрохимического реактора и отбор проб:

#### **1-1 Приготовление:**

1-1 Приготовление 1-7 электролита включает смешивание материалов, а именно жидких 1-6 реактивов и твердых растворителей для получения 1-7 электролита желаемого состава. Если имеется материал 68-2 В, то смешивание (в контейнере, таком как стакан 69-1) материала 68-2 В с материалом 68-1 А является самым первым этапом 1-1 приготовления, особенно потому, что если материал 68-2 В смешивается первым, то стехиометрическое соотношение между материалами 68-1 А и 68-2 В очень легко контролируется. Жидкость смеси (68 1 Материал А и В), или жидкость 68 -1 Материал А (если 68-2 Материал В не имеет значения), затем смешивают (в соответствии с рассчитанным составом) с 31-1 Растворителем, таким как вода, если желательно разбавление, особенно когда присутствие разбавителя служит в качестве 31-1 Растворителя для твердого растворенного вещества. После каждого смешивания к смеси применяют механическое перемешивание для обеспечения однородного смешивания по всей жидкой фазе.

Затем жидкость из 68-1 материала А, 68-2 материала В (если применимо) и 31-1 соразтворителя (если применимо) смешивают с взвешенным количеством растворителя, во многих случаях соединения ионной соли. Во многих случаях растворитель находится в твердой форме, например, в виде порошка или гранул, так что распределение однородности твердого вещества не происходит легко. В этом случае смесь либо непрерывно перемешивают в течение определенного времени, пока все твердое вещество не растворится. По этой причине для достижения равномерного перемешивания требуется больше времени из-за более медленного процесса растворения. Смесь также можно умеренно нагреть для ускорения процесса растворения твердого вещества, после чего смесь снова охлаждают до температуры окружающей среды.

В некоторых случаях растворитель находится в жидкой форме, такой как ионная жидкость, где не происходит растворения, тогда растворитель смешивают простым механическим перемешиванием аналогично 68 1 материалам А и В или смеси с разбавителем.

Количественное определение состава производится с помощью объема, веса или молей. Для количественного определения жидкость измеряется либо по весу (с помощью весов), либо по объему (с помощью мерного цилиндра или объемной колбы, или их комбинации), а твердое вещество - по весу.

### **35-1 Работа электрохимического реактора:**

Для удобства измерений реакционная установка была выполнена в режиме периодического действия в установке периодического действия. Эксперимент состоит из простой электролизной ячейки периодического действия. Экспериментальная установка состоит из реакционного сосуда 9-20 (обычно это коническая колба 68-6, как показано на рисунке 68, или стакан 69-1, как показано на рисунке 69), содержащего проводящие материалы (3-3 катод и 3-2 анод) в качестве 70-1 рабочего электрода и 10-1 противоиэлектрода, подключенного к источнику постоянного тока 3-1 и погруженного в жидкую смесь (1-7 электролит), при этом электролит непрерывно перемешивается и, если необходимо, нагревается. Сосуд 9-20 также имеет трубку 68-9, соединенную с расходомером 68-7 пузырьков для измерения скорости потока любого газа, выделяющегося в результате электрохимической реакции. Реакционный сосуд 9-20 и расходомер 68-7 Пузырек закрепляются в нужном положении с помощью зажима на подставке реторты.

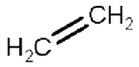
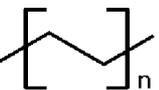
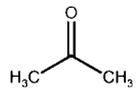
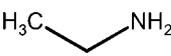
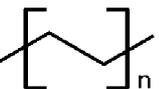
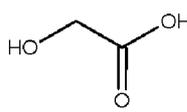
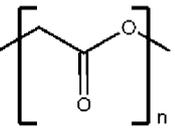
Электроды состоят из двух проводящих пластин, изготовленных из меди, никеля, цинка и нержавеющей стали, погруженных в электролит с одного конца и подключенных к источнику постоянного тока 3-1. Электрод, подключенный к положительному (+) полюсу источника питания постоянного тока 3-1, называется анодом 3-2, а электрод, подключенный к отрицательному (-) полюсу источника питания постоянного тока 3-1, называется катодом 3-3. Электролит перемешивается и нагревается обычно с помощью магнитной мешалки 68-5 и горячей плиты с мешалкой 68-4 соответственно.

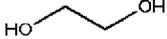
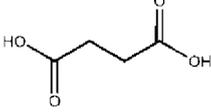
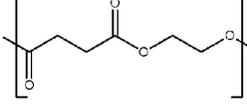
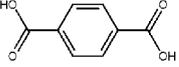
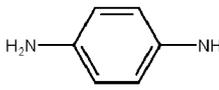
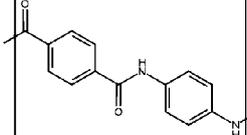
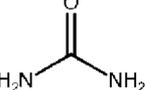
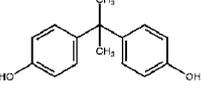
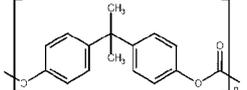
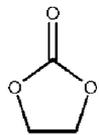
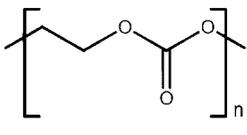
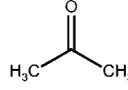
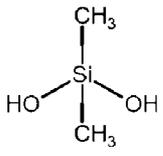
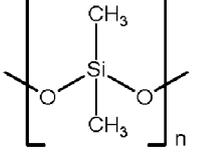
Электрохимическая реакция происходит при прохождении электрического тока через электролит 1-7. Полимерный продукт 1-8 Р, если он твердый, оседает на поверхности электрода в виде твердого осадка 3-5. Кроме того, побочный продукт 1-15 Н образуется в виде жидкости и диффундирует в электролит 1-7. В зависимости от используемого электролита 1-7, побочный продукт 1-15 Н может быть далее разложен электрохимически на газы и в конечном итоге выведен с электродов, например, при расщеплении воды на водород и кислород. Хотя выделение

газов будет слишком незначительным для воспламенения, а сами газы нетоксичны, аппарат будет установлен и запущен в вытяжном шкафу в качестве дополнительной меры предосторожности.

Электролит 1-7 состоит по меньшей мере из 68-1 материала А представляет собой этиленкарбонат в качестве 1-6 реактивов и 68-3 растворенной соли для обеспечения электропроводности для облегчения электрохимической реакции. В зависимости от конкретного случая может потребоваться 68-2 материал В в качестве другого 1-6 реактива, или могут использоваться 31-1 добавки, такие как 31-1 растворитель. Конкретные 1-6 реактивы, задействованные для каждого случая, подробно описаны в следующей таблице 24:

Таблица 24 Сводка примеров

68-1 Материал А этиленкарбонат	68-2 Материал В	1-8 Полимер Р	1-15 Побочный продукт Н	68-3 Растворенная соль	31-1 Косольвент
Этен 	-	Полиэтилен 	-	Хлорид лития <i>LiCl</i>	Ацетон 
Этиламин 	-	Полиэтилен 	6-9 Аммиак <i>NH3</i>	Хлорид лития <i>LiCl</i>	Вода <i>H2O</i>
Гликолевая кислота 	-	Полигликолевая кислота 	Вода <i>H2O</i>	Хлорид натрия <i>NaCl</i>	Вода <i>H2O</i>

Этилен гликоль 	Сукциновая кислота 	Полиэтилен сукцинат 	Вода $H_2O$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$
Терефталевая кислота 	п-фенилен диамин 	Полиарил амид 	Вода $H_2O$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$
6-1 Карбамид 	6-2 Бисфенол А 	6-7 Поликарбонаты 	6-9 Аммиак $NH_3$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$
Карбонат этилена 	-	Полиэтилен карбонат 	-	Хлорид лития $LiCl$	Ацетон 
Диметилсиланеди ол 	-	Полисилан/силикон 	Вода $H_2O$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$

**а. Ввод в эксплуатацию:**

Запуск электрохимического реактора 35-1 включал постепенное заливание подготовленного электролита 1-7 в реакционный сосуд 9-20 с помощью фильтрующей воронки. Затем электроды с 68-8 пробкой устанавливаются в реакционный сосуд 9-20, а другой конец электродного провода подключается к источнику постоянного тока 3-1 Электроэнергия. Затем вилка источника питания

постоянного тока 3-1 Электроэнергия включается, при этом заданный ток (работа с постоянным током) и/или 6-5 приложенное напряжение (работа с постоянным 6-5 приложенным напряжением) устанавливаются на желаемое значение. Затем включается еще одна кнопка "вкл." (обычно присутствует для точности определения времени и 7-5 безопасности процесса) на источнике питания постоянного тока 3-1 и запускается таймер (включая секундомер или даже телефонный таймер) для регистрации времени, затраченного на работу реактора.

***b. Выключение:***

Чтобы выключить реактор после эксперимента, 3-1 Сначала отключают электропитание постоянного тока и останавливают таймер, без определенного порядка. Затем выключается нагрев 68-4 горячей пластины с мешалкой. После этого выключается мешалка 68-4 Горячая плита с мешалкой. Затем вилка источника питания постоянного тока 3-1 электричества выключается, и реактор оставляется для постепенного охлаждения до комнатной температуры. Когда реактор остынет до безопасной температуры, электрод с пробкой 68-8 демонтируется из реактора. Отработанный электролит 1-14 сливается в промаркированный закрытый контейнер и хранится. Наконец, оба электрода с пробкой 68-8 и реакционный сосуд 9-20 промываются, высушиваются и убираются на хранение.

**iii) Отбор проб и измерение:**

***a. Отбор проб:***

Для отбора проб сначала приостанавливается работа источника питания постоянного тока 3-1 электричества путем выключения кнопки "вкл", одновременно приостанавливается таймер. Точное время, на которое отреагировал таймер, записывается. Затем пробка 68-8 снимается с сосуда 9-20 и временно помещается на чистую емкость.

Для отбора проб жидкости из сосуда 9-20 с помощью пипетки набирают небольшое количество 1-14 отработанного электролита. Затем пипетка используется для слива отобранного электролита 1-14 Отработанные в пробирку. Пробирка тщательно запечатывается и маркируется соответствующим образом. При необходимости флакон охлаждают для сохранения состава.

Для отбора проб твердого осадка 3-5, особенно 1-8 полимера, твердый осадок 3-5 соскабливается с электрода с помощью хозяйственного ножа. Затем твердый осадок 3-5 собирается на фильтровальную бумагу, помещенную на воронку с контейнером на дне (для сбора фильтрата), и

тщательно промывается дистиллированной/деионизированной водой. Твердый осадок 3-5 оставляют до высыхания, после чего собирают в пробирку.

После указанного отбора проб пробка 68-8 снова затягивается на реакционном сосуде 9-20. Кнопка питания 3-1 электричеством постоянного тока снова включается, и одновременно возобновляется таймер.

***b. Измерение:***

**68-7 Пузырьковый расходомер Установка:**

Перед измерением расхода газа расходомер 68-7 Пузырек необходимо настроить. Сначала в колбу расходомера 68-7 Пузырек добавляют пузырьковую жидкость (это может быть мыло или моющее средство, разбавленное водой) до такого уровня, чтобы жидкости в колбе было достаточно, но не слишком много, чтобы затопить выход газа из реактора. Затем колбу сжимают для временного затопления газового выхода реактора и отпускают до первоначального уровня затопления. Затем наблюдают, как слой пузырьков поднимается до 68-10 первой отметки (0 мл), 68-11 последующей отметки (обычно 5 мл) и затем еще 68-11 последующей отметки (обычно 10 мл). Когда пузырек поднимается к вершине в первый раз и лопается, внутренняя стенка 68-7 пузырькового расходомера будет смочена жидкостью (мыльной водой) и готова к измерению расхода газа.

**Измерение расхода газа:**

Для измерения скорости потока газа, после подготовки расходомера 68-7 Пузырек, как описано выше, колбу сжимают для временного заполнения газового выхода реактора, а затем отпускают в исходное положение без заполнения. Слой пузырьков медленно поднимается, и таймер запускается, как только слой пузырьков поднимается до отметки 68-10 Сначала (0 мл). Таймер останавливается и фиксируется время, когда пузырек поднимается до второй (5 мл) или третьей (10 мл) отметки. Расход газа может быть оценен на основании данных пузырькового расходомера 68-7 в соответствии с уравнением 35:

$$F = \frac{V_1}{t_1} = \frac{V_2}{t_2}$$

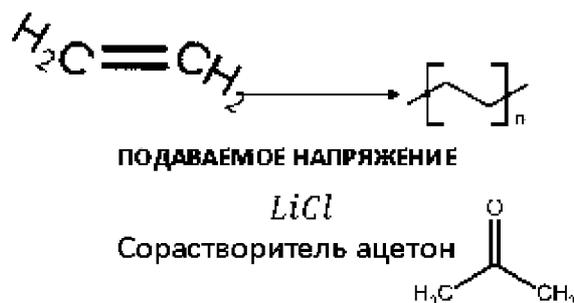
**Уравнение 35**

Где для этого случая  $V_1 = 5 \text{ ml}$  and  $V_2 = 10 \text{ ml}$ .

Любая последующая метка 68-11 работает до тех пор, пока объем соответствует, хотя конечная последующая метка 68-11 обычно приводит к более точному измерению при меньшей относительной неопределенности, поскольку ошибка времени реакции человека при определении времени и ошибка параллакса при чтении метки будут относительно ниже при больших измерениях.

### Пример 1: Этилен

Первый пример представляет собой простейший вариант 7-3 аддитивного полимера, иллюстрируемый уравнением 36, - электрохимическую полимеризацию этена с образованием полиэтилена. В этом случае материалом 68-1 А является эфин, материал 68-2 В не требуется, а полимером 1-8 Р является полиэтилен, и побочный продукт 1-15 отсутствует. Заметим, однако, что не существует побочного продукта 1-15 от маршрута реакции полимеризации, но не другие побочные реакции. В качестве проводящей 68-3 растворенной соли выбран хлорид лития, LiCl, за его растворимость в органической фазе. Растворителем 31-1 выбран ацетон за его смешиваемость с эфином:



Уравнение 36

### Пример 2: Этиламин

Второй пример представляет собой более сложный вариант 7-3 аддитивного полимера, показанный в уравнении 37, с участием 1-15 побочного продукта - электрохимической полимеризации этиламина с образованием полиэтилена. В этом случае материалом 68-1 А

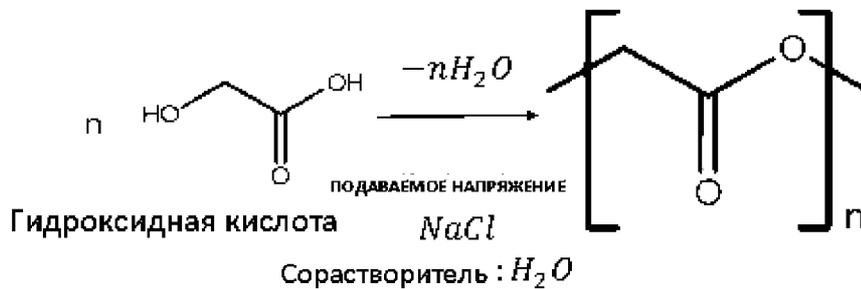
является этиламин, материал 68-2 В не нужен, а полимером 1-8 Р является полиэтилен, но на этот раз побочным продуктом 1-15 является 6-9 аммиак. В качестве проводящей 68-3 растворенной соли выбран хлорид лития, LiCl, за его растворимость в органической фазе. Растворителем 31-1 выбран ацетон за его смешиваемость с этиламино и эфином:



Уравнение 37

### Пример 3: Гликолевая кислота

Третий пример представляет собой простейший вариант 7-4 конденсационного полимера, показанного в уравнении 38, с участием того же вида мономера - электрохимической полимеризации гликолевой кислоты с образованием полигликолевой кислоты. В этом случае материалом 68-1 А является гликолевая кислота, материал 68-2 В не нужен, полимер 1-8 Р является полигликолевой кислотой, а образующийся побочный продукт 1-15 представляет собой воду. Проводящая 68-3 Растворенная соль выбрана в качестве хлорида натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп гликолевой кислоты. Растворителем 31-1 выбрана вода за ее смешиваемость с гликолевой кислотой:



Уравнение 38

#### Пример 4: Этиленгликоль и янтарная кислота

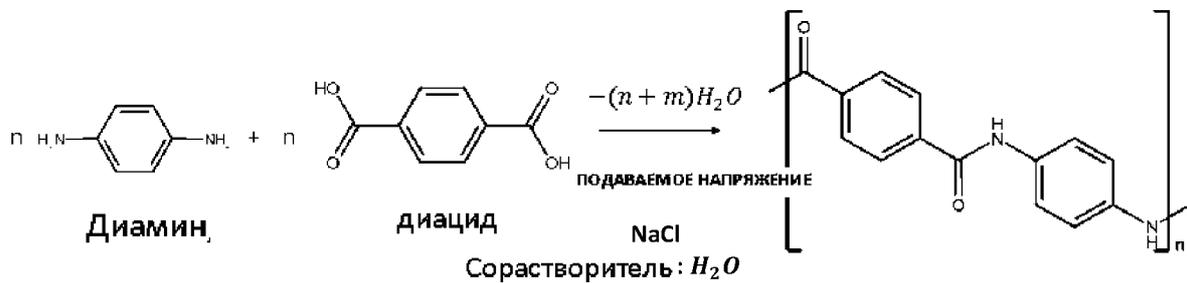
Четвертый пример представляет собой несколько более сложный вариант 7-4 конденсационного полимера, проиллюстрированного в уравнении 39, между двумя различными видами мономеров - электрохимической полимеризацией этиленгликоля и янтарной кислоты с образованием полиэтилсукцината. В данном случае материалом 68-1 А является этиленгликоль, материалом 68 -2 В - янтарная кислота, полимером 1-8 Р - сукцинат полиэтилена, а образующимся побочным продуктом 1-15 является вода. В качестве растворяющей соли 68-3 выбирают хлорид натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей с -ОН группами как этиленгликоля, так и янтарной кислоты. Растворителем 31-1 выбрана вода за ее смешиваемость с полярной фазой этиленгликоля и янтарной кислоты:



Уравнение 39

#### Пример 5: *p*-фенилендиамин и терефталевая кислота

Пятый пример представляет собой более сложный вариант 7-4 конденсационного полимера, иллюстрируемого уравнением 40, между двумя различными видами мономеров и с участием функциональных групп, отличных от -ОН группы, электрохимической полимеризацией *p*-фенилендиамина и терефталевой кислоты с образованием полиариламида. В данном случае материалом 68-1 А является *p*-фенилендиамин, материалом 68-2 В - терефталевая кислота, полимером 1-8 Р - полиарил-амид, а образующимся побочным продуктом 1-15 является вода. Проводящая 68-3 Растворенная соль выбрана в качестве хлорида натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп терефталевой кислоты и -NH групп *p*-фенилендиамина. Растворитель 31-1 выбран как вода для его смешиваемости с полярной фазой *p*-фенилендиамина и терефталевой кислоты:



Уравнение 40

### Пример 6: 6-2 Бисфенол А и 6-1 Мочевина

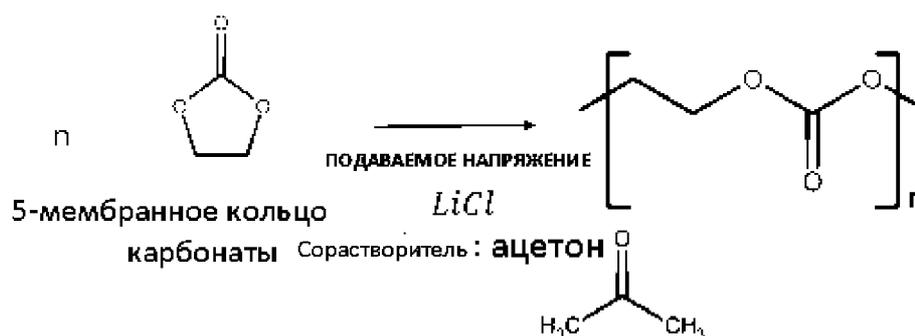
Шестой пример представляет собой еще более сложный вариант 7-4 конденсационного полимера, описываемого уравнением 41, между двумя различными видами мономеров, функциональными группами, отличными от группы  $-\text{OH}$ , и неводным 1-15 побочным продуктом - электрохимической полимеризацией 6-2 бисфенола А и 6-1 мочевины с образованием 6-7 поликарбонатов. В этом случае материал 68-1 А представляет собой 6-2 бисфенол А, материал 68-2 В представляет собой 6-1 мочевины, в то время как полимер 1-8 Р представляет собой 6-7 поликарбонаты, а образующийся побочный продукт 1-15 представляет собой 6-9 аммиак. Проводящая 68-3 растворенную соль выбрана в качестве хлорида натрия,  $\text{NaCl}$ , за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от  $-\text{OH}$  групп 6-2 бисфенола А и  $-\text{NH}$  групп 6-1 мочевины. В качестве растворителя 31-1 выбран 6-9 аммиак для его смешиваемости с полярной фазой 6-2 бисфенола А и 6-1 мочевины.:



Уравнение 41

### Пример 7: Этиленкарбонат

Седьмой пример представляет собой экзотический, хотя и простой вариант 7-4 конденсационного полимера, описываемого уравнением 42, включающий кольцевое открытие того же вида мономера, электрохимическую полимеризацию этиленкарбоната с образованием полиэтиленкарбоната. В этом случае материалом 68-1 А является этиленкарбонат и материал 68-2 В не требуется, а полимером 1-8 П является полиэтиленкарбонат и побочный продукт 1-15 отсутствует. Заметим, однако, что отсутствует 1-15 побочный продукт от маршрута реакции полимеризации, но не от других побочных реакций. Проводящая 68-3 Растворенная соль выбрана в качестве хлорида лития, LiCl, за его растворимость в преимущественно органической фазе этиленкарбоната. Растворитель 31-1 выбран как ацетон за его смешиваемость с этиленкарбонатом:



**Уравнение 42**

### Пример 8: Диметилсиланедиол

Восьмой пример представляет собой экзотический, но по-другому, хотя и простой, вариант 7-4 Конденсационного полимера, описываемого уравнением 43, с участием 33-14 гетероатомов: Полисилоксаны Полисульфон, полифосфат, полинитрат, 33-15 Полисилоксаны 7-4 Конденсационный полимер, где соседний атом мономерной основы не является атомом углерода, электрохимическая полимеризация диметилсиланедиола с образованием 33-15 Полисилоксанов. В данном случае материалом 68-1 А является диметилсиландиол, материал 68-2 В не требуется, в то время как полимером 1-8 Р являются полисилоксаны 33-15, а побочным продуктом 1-15 является вода. В качестве проводящей 68-3 растворенной соли выбран хлорид натрия, NaCl, за его

растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп диметилсилоксанов. Растворителем 31-1 выбрана вода за ее смешиваемость с диметилсилоксанами.

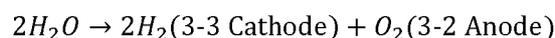


**Уравнение 43**

### **Содержание наблюдений**

На рисунке 70 обобщены наблюдения за проведенными реакциями на примере реакций. Во время реакции 1-8 полимер находится на 70-1 рабочем электроде обычно в виде 3-5 твердого осадка слева, который может быть удален. Однако, если полимер 1-8 находится в жидкой форме или растворим в фазе электролита 1-7 в виде жидкого полимера 70-2, то жидкий полимер 70-2 просто диффундирует в электролит 1-7. В зависимости от типа полимера 1-8 прочность адгезии к поверхности электрода различна. В некоторых случаях твердый осадок 3-5 выпадает при легком встряхивании, а в некоторых случаях для того, чтобы соскрести твердый осадок 3-5 с поверхности, требуется твердый материал, такой как щипцы или нож.

На поверхности анода 3-2 и катода 3-3 также образуются пузырьки газа 70-3. В большинстве случаев катод 3-3 имел меньшие, но более интенсивные пузырьки газа 70-3, чем анод 3-2. Это объясняется тем, что на катоде 3-3 выделяется больше моль газа, чем на аноде 3-2, в силу стехиометрической природы многих реакций выделения газа. Например, расщепление воды в уравнении 44 часто происходит, когда в электролите 1-7 присутствует вода, либо как побочный продукт 1-15 Н, либо как соразтворитель:



**Уравнение 44**

1-15 Побочный продукт Н обычно бесцветен и может быть виден только как поток прозрачной жидкости (видимой из-за отличного показателя преломления от 1-7 электролита), которая диффундирует в 1-7 электролит. Как видно, при такой реакции катод 3-3 будет выделять больше газа, чем анод 3-2.

### **Результаты и анализ**

Продукты могут быть идентифицированы с помощью таких методов химического анализа, как ГХ-МС (газовая хроматография-масс-спектрометрия), FTIR (инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье) и UV-Vis (спектроскопия в ультрафиолетово-видимом свете).

Как показано на рисунке 71, идентификация происходит путем сравнения спектров, представляющих собой сигнал против параметра сканирования, между 1-7 Электролитом, 1-14 Отработанным электролитом и Известным продуктом. Существует сигнал, возникающий в результате реакций, который соответствует известным видам. Такое сравнение может быть далее количественно выражено в концентрации  $C$ , которая затем может быть использована для оценки конверсии, которая может быть оценена уравнением 45:

$$X = \frac{CV - C_0V_0}{C_0V_0} \times 100\%$$

#### **Уравнение 45**

Где  $V$  - конечный объем 1-7 электролита,  $V_0$  - начальный объем 1-7 электролита, а  $C_0$  - концентрация материала А в первоначально приготовленном 1-7 электролите. Фактически, из-за жидкофазного характера системы, конечный объем 1-7 электролита не изменился значительно по сравнению с начальным объемом.

Затем конверсию  $X$  можно сравнить, как показано на рисунке 72, с суммарным зарядом  $Q$ . Суммарный заряд - это просто общий электрический заряд, прошедший через электрохимический реактор 35-1. Если предположить, что в ходе экспериментов используется постоянный ток, то кумулятивный заряд будет просто равен току, умноженному на время, согласно уравнению 46:

$$Q = It$$

#### **Уравнение 46**

Можно отметить, что конверсия линейна при низком кумулятивном заряде, но затем плато при высоком кумулятивном заряде. Это объясняется тем, что конверсия также ограничена концентрацией 1-6 реактивов в сосуде 9-20. При низком кумулятивном заряде такой эффект концентрации незначителен, поэтому линия кажется линейной. При высоком кумулятивном заряде значительное количество реактивов 1-6 было истощено в результате реакции, поэтому снижение концентрации достаточно значительно, чтобы снизить реакционную способность реактивов 1-6.

Моль прореагировавшего вещества можно просто оценить в соответствии с уравнением 47:

$$N = CV - C_0V_0 = C_0V_0X$$

**Уравнение 47**

Количество электронов можно оценить по суммарному заряду согласно уравнению 48:

$$n_e = \frac{Q}{F} = \frac{It}{F}$$

**Уравнение 48**

Где  $F \approx 96485$  С/моль - постоянная Фарадея, представляющая собой число зарядов на моль электронов. Число электронов на реакцию может быть получено из градиента на рисунке 73.

С другой стороны, график приложенного напряжения следует в целом линейной зависимости от тока на рисунке 74. Ниже порогового напряжения реакция не произойдет, поскольку энергетический барьер для реакции не преодолен. Выше порогового напряжения график зависимости приложенного напряжения от тока имеет линейную зависимость в рабочем диапазоне, как показано на рисунке 74. Градиент графика представляет собой сопротивление 35-1 электрохимического реактора. Чем выше градиент, тем выше увеличение приложенного напряжения 6-5 для требуемого тока, тем выше электрическая энергия, рассеиваемая на резистивный нагрев электрохимического реактора 35-1 (особенно электролита 1-7) путем нагрева. Таким образом, при проектировании такого рода электрохимических реакторов 35-1 необходимо снижать электрическое сопротивление электролита 1-7 для уменьшения рассеивания энергии в виде тепла.

Наконец, скорость потока газа в зависимости от тока имеет в целом линейную зависимость, как показано на рисунке 75. Это разумно, учитывая, что скорость выделения газа, согласно стехиометрии, прямо пропорциональна току, проходящему через электроды.

## Список цитирования

[1] P. R. Gruber, E. S. Hall, J. J. Kolstad, M. L. Iwen, R. D. Benson и R. L. Borchardt, "Непрерывный процесс производства лактидных полимеров с очисткой путем дистилляции". Патент Соединенных Штатов Америки 5,357,035, 16 сентября 1993 г.

[2] Р. М. Маньик, В. Е. Уолкер и Т. П. Уилсон, "Непрерывные процессы производства этиленовых полимеров и катализаторы, пригодные для них". Патент Соединенных Штатов Америки 3,300,458, 19 августа 1963 года.

[3] Т. Маруяма и К. Уэно, "Процесс производства ароматических полиэфиров из гидроксibenзойной кислоты и продукты из них". Патент Соединенных Штатов Америки 4,075,173, 28 января 1977 года.

[4] Х. Саламанка, "Роботизированная система и метод для катодной зачистки в электрометаллургических и промышленных процессах". Патент Соединенных Штатов Америки 11/598,145, 13 ноября 2006 г.

[5] П. М. Ясберг, "Процесс снятия металла с катода". Патент Соединенных Штатов Америки 3,501,385, 8 мая 1967 года.

[6] Х. Наарманн, "Электрохимическая полимеризация пирролов, анод для ее проведения и продукты, полученные с помощью этой процедуры". Патент Соединенных Штатов Америки 4,547,270, 23 июля 1984 г.

[7] Y. Wei, G.-W. Jang and C.-C. Чан, "Полимеризация тиофена и его производных". Патент Соединенных Штатов Америки 4,986,886, 30 мая 1990 года.

## Электрохимическое производство полимеров

### Техническая область

Техническая область в целом относится к способам производства полимеров и химических соединений. В частности, она включает в себя конструкцию электрохимического устройства, аддитивную полимеризацию, конденсационную полимеризацию и согласованный химический процесс, конкретную реализацию процесса, метод управления процессом и процедуру эксплуатации.

### Справочная информация

Традиционное производство 1-8 полимеров состоит из подачи 1-6 реактивов для смешивания и отправки в 1-2 традиционный реактор, где реакции происходят с применением высокого 1-11 тепла и 1-12 давления, как показано на рисунке 1. Полимер 1-8 образуется в виде твердой суспензии и отделяется от жидкой фазы для промывки и дальнейшей обработки, а остаточные реагенты извлекаются для получения любого ценного побочного продукта. Например, непрерывное производство поли лактида из молочной кислоты [1], которое предполагает использование 1-13 катализатора для полимеризации в сочетании с удалением воды или растворителя-носителя. С другой стороны, производство полиэтилена [2] предполагает использование катализатора 1-13, состоящего из алюминия и соединений переходных металлов, для получения полимера 1-8 в реакторе полимеризации с последующей системой регенерации полимера и растворителя.

Однако конструктивный недостаток традиционного производства полимеров 1-8 заключается в том, что оно требует использования высокой температуры 1-11 и давления 1-12, а также часто предполагает использование опасных реагентов, таких как б 3 фосген, и дорогостоящих катализаторов 1-13. Например, процесс производства 1-8 полимеров [3] использует нагрев для стимулирования конденсационной полимеризации между ароматической дикарбоновой кислотой, диацетатом 2,2-бис(4-гидроксифенил)пропана (также известного как "6-2 Бисфенол А") и ацетатом п-гидрокс бензойной кислоты. Тем не менее, этот показатель можно улучшить, поскольку реакция полимеризации принципиально не является энергоемкой. С точки зрения

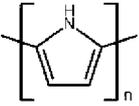
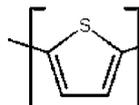
общего механизма кинетики реакции полимеризации, представленного на рисунке 2, скорость реакции в основном ограничена кинетическим бутылочным горлышком для 2-1 инициирования, что привело к такому высокому 1-11 теплу и 1-12 давлению, в то время как остальные этапы реакции включают 2-2 этап распространения и 2-3 этап прекращения, которые происходят быстро для принципиально низких энергетических требований.

В качестве альтернативы реакция полимеризации может протекать с использованием электричества вместо тепла. Такая альтернатива, электрохимическая реакция, включает в себя подключение электрического питания к электродам, погруженным в 1-7 электролит, как показано на рисунке 3. Электролит 1-7 обычно представляет собой проводящую жидкую смесь 1-6 реактивов, в которой присутствуют 6-6 проводящие ионы, но может быть и проводящая 30-6 мембрана, пропитанная жидкой смесью 1-6 реактивов. Электрод состоит из проводящего материала, на поверхности которого происходят электрохимические реакции; электрод, подключенный к положительному полюсу источника питания, называется анодом, на котором происходят реакции окисления, а электрод, подключенный к отрицательному полюсу источника питания, называется катодом, на котором происходят реакции восстановления. Хотя для протекания реакции — это не обязательно, третий электрод, называемый электродом сравнения, часто включают для обеспечения измерения напряжения на электроде сравнения.

Когда в результате электрохимической реакции образуются твердые продукты, они имеют тенденцию прилипать к поверхности электрода в виде 3-5 твердого осадка, который часто требует 9-8 удаления твердого осадка для поддержания работоспособности электрохимической ячейки. 9-8 Удаление твердых частиц с электрода представляет интерес, так как имеет применение в электрохимической металлургии и батареях, где металлы, представляющие интерес, образуются в виде 3-5 твердых отложений на электроде и должны быть восстановлены/изолированы для дальнейшей 1-4 обработки. Обычно для металлических изделий твердые отложения 3-5 могут быть удалены вручную, в то время как некоторые роботизированные системы [4] также были разработаны для удаления металлических твердых отложений 3-5, нанесенных на 3-3 катод, имитируя движения человеческой руки, особенно в горнодобывающей промышленности, например, на электрофильтрах. Твердый осадок 9-8 также снимается механически в партиях осажденных листов, организованных в производственную линию, в процессах восстановления металлов, таких как восстановление цинка [5].

Однако такая электрохимическая полимеризация была ограничена нишей проводящих 1-8 полимеров, таких как поли пирролы и поли тиофены. Например, поли пирролы или их производные были получены электрохимическим способом [6] в виде осадков из мономеров в присутствии 6-6 проводящих ионов, таких как 68-3 растворенная соль, подключенных к электрической сети. Аналогом является электрохимическое получение поли тиофена или его замещенных производных [7] в условиях неводного органического растворителя и приложенного электрохимического потенциала, особенно более экономичным и энергия эффективным способом. В принципе, полимер 1-8 для электрохимического производства ограничен несколькими типами полимеров 1-8, которые имеют ненасыщенные связи для обеспечения проводимости, как в таблице 1, например, ароматические кольца и двойные или даже тройные связи:

Таблица 1 Ограниченные типы проводящих 1-8 Полимеры, содержащие ненасыщенные связи, полученные электрохимическим методом из-за ограничения блокирования электрода непроводящим продуктом

1-8 Полимеры	Молекулярная структура
Полипиррол [6]	
Политиофен [7]	

Это связано с тем, что аналогичный метод периодической очистки электродов, используемый для проводящих металлических отложений, не будет работать, если образующийся твердый осадок 3-5 (на аноде 3-2 или катоде 3-3 в зависимости от реакции) непроводящий, поскольку непроводящий твердый осадок 3-5 будет блокировать поверхность электрода и электрохимическая реакция остановится из-за отсутствия проводимости. В результате альтернативное электрохимическое производство непроводящего 1-8 полимера не получило должного внимания, хотя большинство современных 1-8 полимеров, таких как полиэтилен, являются непроводящими. К счастью, такое фундаментальное ограничение преодолевается с

помощью новой простой, но элегантной конструктивной особенности устройства 7-1, которое удаляет образовавшийся полимер 1-8 непрерывно с электрода, как показано на рисунке 4. Новое устройство 7-1 открывает возможности для производства непроводящих 1-8 полимеров электрохимическим методом и создает потенциальную бизнес-модель, сочетающую производство 1-8 полимеров с валоризацией 5-2 химических отходов, как показано на рисунке 5. Это связано с тем, что электрохимическая полимеризация позволяет использовать 5-3 товарные химические вещества из некоторых видов 5-2 химических отходов, которые в других случаях не являются реакционноспособными, для участия в реакции для преобразования в ценные 1-8 полимеры и вторичные 5-5 исходные химические вещества, такие как топливо, что является новой идеей вместо затрат на утилизацию 5-2 химических отходов. Более полный, но все же не исчерпывающий список 5-3 товарных химических веществ будет рассмотрен в последующих разделах. Вот лишь некоторые из возможных 5-2 химических отходов и 5-3 товарных химических веществ, но не только они:

**1. Отработанный осадок/растворитель (токсичный):**

- Этиленгликоль
- Пропилен гликоль

**2. Нефтехимические отходы (токсичные)**

- Галоидрин

**3. Обычные отходы/сырье:**

- 6-1 Мочевина

**4. Биомасса:**

- Этанол

Электрохимические методы также предлагают целый ряд преимуществ по сравнению с традиционными ограничениями обычного 1-8 производства полимеров, как показано на примере на рисунке 6, включая:

- Более мягкое 1-11 тепло и 1-12 давление, что снижает затраты (капитальные затраты на данное оборудование и эксплуатационные затраты на потребляемую энергию)
- Меньшая зависимость от 1-13 катализатора, который часто является дорогостоящим и оказывает определенное воздействие на окружающую среду

- Интеграция с существующей 5-4 возобновляемой энергией вместо использования ископаемого топлива для приведения реакции в движение
- Совместимость с последующей полимерной 1-4 переработкой, поскольку продукты одинаковы, что позволяет быстро и легко внедрить систему, поскольку можно приобрести обычную установку и просто заменить 1-2 обычный реактор на 35-1 электрохимический реактор, вместо того, чтобы перепроектировать/перестраивать всю систему.
- Интерес к 9-8 Удалению твердых веществ из металлургической промышленности дает возможность получения дохода от 6-4 Лицензия

Что еще более важно, использование электрохимического метода снижает необходимость использования реактивных, но опасных/токсичных 5-3 товарных химикатов, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду, например, замена дорогостоящего, но токсичного 6-3 фосгена, используемого традиционно в производстве 6-7 поликарбонатов, и замена коррозионной 6-8 соляной кислоты на 6-9 аммиак, который менее опасен, но имеет более высокую цену.

## Краткое содержание

Как показано на рисунке 7, изобретение электрохимического 1-8 производства полимеров включает основные элементы: 7-1 Устройство, 7-2 Химия, включающая 7-3 Добавочный полимер и 7-4 Конденсационный полимер, 7-5 Процесс, 7-8 Процедура, 7-6 Трубопровод и 7-7 Контроль.

Устройство 7-1 включает новую конструкцию 9-8 устройства для удаления твердых частиц, которое может непрерывно удалять 3-5 твердый осадок, образовавшийся на электроде, независимо от проводимости. Оно предполагает использование кругового/циклического движения поверхности электрода в контакте с устройством для удаления твердых отложений 3-5 на непрерывной основе процесса, без необходимости удаления электрода. Хотя возможны и многие другие варианты, основными являются 9-1 цилиндрический электрод, 9-2 электрод на конвейерной ленте, 9-3 вращающийся дисковый электрод и 9-4 спиральный/винтовой электрод. Также используются устройства 7-1, включая функцию домкрата, 9-7 Передача движения, 9-13 Опора и твердый транспорт 9-9 Твердый транспорт.

Добавочный полимер 7-3 получается в результате реакции электрохимического добавления, при которой не образуется побочный продукт. Например, некоторые 7-3 аддитивные полимеры включают 1-8 полимеры, в которых основой являются, как правило, атомы углерода (обычно это поливиниловые 1-8 полимеры, такие как полиэтилен, полистирол и поливинилхлорид). В некоторых воплощениях реакция полимеризации происходит путем внутримолекулярного элиминирования с образованием алкенов, которые впоследствии подвергаются реакции присоединения (прямо в реагенте) с образованием полимерных продуктов. Существуют варианты гомо полимера, когда используется только один тип исходного сырья, или сополимера, когда различные исходные материалы могут быть смешаны вместе для получения 1 8 полимера с более сложной структурой.

Конденсационный полимер 7-4 получается в результате реакции электрохимической конденсации. Например, некоторые 7-4 Конденсационные полимеры включают 1-8 полимеры, в основе которых содержится гетеро атом, такой как атом кислорода (полиэфир и 33-8 полиэфир) или атом азота (33-9 полиамиды, как в белке и нейлоне). При этом происходит межмолекулярная элиминация, в результате которой молекулы мономеров соединяются друг с другом. В основном это конденсация, при которой происходит простое элиминирование, и пере этерификация, при

которой происходят более сложные реакции конденсации и/или обмена. Он также может включать в себя кольцевое раскрытие циклических молекул мономера с образованием длинной цепи 1-8 Полимер.

В нем изложена общая концепция электрохимического производственного процесса 34-1 в промышленных условиях и блок-схема 34-5. Хотя вспомогательное оборудование для полимерных процессов может быть спроектировано таким образом, чтобы соответствовать 35-1 электрохимическому реактору, вместо этого процесс может включать 34-3 модернизацию существующего традиционного 1-8 процесса производства полимеров путем проектирования электрохимического 7-1 устройства, соответствующего существующему вспомогательному 1-8 оборудованию для полимерных процессов, и замены существующего 1-2 традиционного реактора. В некоторых случаях блок химической 1-5 регенерации может быть заменен более простым вариантом или даже исключен, если химический побочный продукт становится менее опасным.

Трубопроводы включают в себя конкретную реализацию промышленного процесса, включая 40-1 схему технологического процесса и вспомогательные блоки, 40-2 типы трубопроводов, 40-3 насосы/компрессоры, 40-4 нагреватели/охладители, 40-5 утилиты, 40-6 клапаны для облегчения промышленной реализации процесса. Он включает в себя технологический поток, в котором соединены агрегаты. Он также выходит за рамки раздела процесса и содержит более подробную информацию о конкретной реализации, например, о резервуарах-хранилищах.

Раздел 7-7 Управление состоит из индикаторов и контроллеров, а также стратегии 7-7 управления, используемой для поддержания непрерывности процесса. Она включает в себя комбинацию 48-2 Фидфорвард, 48-3 Обратная связь, 48-4 Коэффициент, 48-5 Диапазон разделения, 48-6 Переопределение Выбор, 48-7 Индикатор/сигнализация метода управления процессом, применяемого для поддержания надежности процесса при возмущениях. В некоторых реализациях 7-7 управление построено таким образом, что любое возмущение в конечном итоге передается на уровень резервуара, который имеет огромный допуск.

Процедура 7-8 обеспечивает технику работы для быстрого и надежного развертывания устройств 7-1. Она включает в себя модульные элементы, в которых задействованы 59-1

штателирование каждого 35-1 электрохимического реактора и распределение сырья. Помимо 59-2 Развертывания 35-1 Электрохимического реактора, в нем содержатся процедурные объяснения 34-3 Модернизации, 59-3 Технического обслуживания и 34-4 Утилизации отходов.

Наконец, процесс промышленного производства включает в себя согласованное использование вышеуказанных элементов в комбинации.

## Краткое описание чертежей

Фигура 1 Обычный процесс производства полимеров с обычным реактором в качестве ключевого компонента

Фигура 2 Репрезентативное объяснение того, почему традиционный химический процесс требует высокого тепла и давления для создания радикалов, инициирующих реакцию

Фигура 3 Иллюстрация электрохимической полимеризации в масштабе стенда или любой общей электрохимической реакции, в результате которой образуется твердый осадок

Фигура 4 Механизм непрерывного удаления твердых частиц

Фигура 5 Общая химическая бизнес-модель компании eIerGreen Индустрия

Фигура 6 Демонстрация преимуществ, предлагаемых новым электрохимическим процессом

Фигура 7 Разбивка особенностей изобретений процесса eIerGreen

Фигура 8 Иллюстрация чтения инженерных чертежей с использованием условных обозначений и символов

Фигура 9 Разбивка вариантов конструкции нового электрохимического устройства

Фигура 10 Основные принципы работы удаления твердых частиц (цилиндрический электрод)

Фигура 11 Ячейка электрохимического реактора (цилиндрический электрод)

Фигура 12 Основные принципы работы удаления твердых частиц (электрод на конвейерной ленте)

Фигура 13 Ячейка электрохимического реактора (ленточный электрод)

Фигура 14 Основные принципы работы удаления твердых частиц (вращающийся дисковый электрод)

Фигура 15 Ячейка электрохимического реактора (вращающийся дисковый электрод)

Фигура 16 Основные принципы работы удаления твердых частиц (спиральный/винтовой электрод (спиральный/винтовой электрод))

Фигура 17 Ячейка реального электрохимического реактора (спиральный/винтовой электрод)

Фигура 18 Разбор устройства

Фигура 19 Генерация движения

Фигура 20 Передача движения

Фигура 21 Удаление и транспортировка твердых частиц

Фигура 22 Реакционный сосуд

Фигура 23 Опора

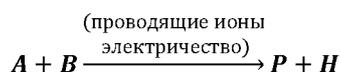
- Фигура 24 Устройство для удаления газа
- Фигура 25 Устройство для удаления твердых частиц из штабеля
- Фигура 26 Проводящая щетка
- Фигура 27 Нанесение воска
- Фигура 28 Варианты дренажа/канала для транспортировки твердых веществ  
Добавление и/или конденсация
- Фигура 29 Разбивка электрохимического производства аддитивного полимера
- Фигура 30 Варианты проводящих ионов
- Фигура 31 Варианты растворителя
- Фигура 32 Варианты добавок
- Фигура 33 Разбивка основных возможностей электрохимического производства  
конденсационного полимера
- Фигура 34 Разбивка согласованного процесса
- Фигура 35 Общий вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, где  
обычный реактор заменен на электрохимический реактор, где побочные продукты будут по-  
прежнему извлекаться с помощью аналогичного блока восстановления
- Фигура 36 Вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, в котором  
блок восстановления не нужен, когда с побочными продуктами легче справиться
- Фигура 37 Возможность переоборудования
- Фигура 38 Управление отходами
- Фигура 39 Общая блок-схема
- Фигура 40 Разбивка трубопроводов
- Фигура 41 Общая блок-схема технологического процесса для промышленного внедрения
- Фигура 42 Путь обычного реактора
- Фигура 43 Путь электрохимического реактора
- Фигура 44 Путь экстракции растворителя
- Фигура 45 Сорбционный путь
- Фигура 46 Побочный продукт как низкий ключ
- Фигура 47 Побочный продукт как высокий ключ
- Фигура 48 Разбивка управления процессом

- Фигура 49 Подробная схема трубопроводов и приборов (P&ID) для процесса производства электрохимических полимеров
- Фигура 50 Легенда для P&ID
- Фигура 51 Пример каскадного управления
- Фигура 52 Пример прямого управления
- Фигура 53 Пример обратной связи
- Фигура 54 Пример управления соотношением
- Фигура 55 Пример управления отдельным диапазоном
- Фигура 56 Иллюстрация блокировки управления отдельным диапазоном
- Фигура 57 Пример управления выбором обхода
- Фигура 58 Пример индикатора и сигнализации
- Фигура 59 Разбивка процедуры эксплуатации
- Фигура 60 Штабелирование электродов
- Фигура 61 Штабелирование ячеек (2x1)
- Фигура 62 Укладка ячеек (2x2)
- Фигура 63 Укладка ячеек (2xn)
- Фигура 64 Пример развертывания ячеек в штабеле
- Фигура 65 Штабелирование ячеек (2xn), направленное наружу
- Фигура 66 Укладка ячеек (nхn), подвесной электрод
- Фигура 67 Процедура развертывания ячейки
- Фигура 68 Экспериментальная установка с измерением скорости потока газа
- Фигура 69 Экспериментальная установка без измерения скорости потока газа
- Фигура 70 Наблюдение за образцом
- Фигура 71 Идентификация продуктов
- Фигура 72 Конверсия против кумулятивного заряда
- Фигура 73 Мольная реакция против кумулятивного заряда
- Фигура 74 Ток против приложенного напряжения
- Фигура 75 Скорость потока газа против тока

## Подробные описания

### 1. Химическая терминология

Реакция электрохимической полимеризации может быть представлена следующим общим уравнением в виде уравнения 1:



**Уравнение 1**

Прежде чем перейти к более подробному описанию изобретения, некоторые символы, которые будут использоваться в последующем разделе, представлены в виде терминологии в таблице 2.

Таблица 2 Специфическая терминология/символы и соответствующее представление в описании

Символ	Значение
$\rightarrow$	Любая замещающая группа: Галогениды, углеродная основа, -ОН, амины и т.д.
$-R_n$	Любая углеродная основа: Алифатический (алкил) или ароматический
-O-	Любая группа, кроме углеродной основы: Карбонат, амин, эфир, эстер и т.д.
Проводящие ионы	Любой вид, который может обеспечить подвижные ионы для проведения: Соль (хлорид натрия/поваренная соль), органическая соль (пальмитат натрия/обычное мыло), ионизируемая молекула (соляная кислота) или ионообменная мембрана.

Во-первых, замещающая группа представлена химической связью и волнистой кривой с номером, где номер - это просто индексный номер замещающей группы.

Углеродная основа, будь то алифатическая (алкил) или ароматическая (арил), представлена  $R_n$  и любой близлежащей химической связью, которая применяется,  $n$  - это просто индексный номер группы углеродной основы.

Замещающая группа помимо углеродной основы часто является активным участком реакции и будет представлена  $Q$  и любой близлежащей химической связью, которая применима.

Для простоты, проводящие ионы относятся к любому виду, который может обеспечить подвижные ионы для проводимости, включая соль (хлорид натрия/столовая соль), органическую соль (пальмитат натрия/обычное мыло), ионизируемую молекулу (соляная кислота) или ионообменную мембрану. Он используется в электрохимической системе для обеспечения электропроводности, чтобы облегчить электрохимическую реакцию. Для промышленной реализации проводящие ионы обычно используются в вариантах 68-3 растворенной соли, которая может быть 30-5 неорганической, такой как хлорид натрия (поваренная соль) или 30-4 органической солью (пальмитат натрия), в зависимости от полярности системы.

Наконец, число  $n$  используется во многих химических уравнениях в качестве подстрочного индекса скобки, что означает просто число повторяющихся единиц в 1-8 полимере. Оно может варьироваться от 1 (мономер) до большого числа, вплоть до десяти тысяч или даже больше.

## ***2. Маркировка чертежей***

Обозначения на рисунках обозначены в соответствии с порядком их первого появления на рисунках.

Рисунок 1 Обычный процесс производства полимеров с обычным реактором в качестве ключевого компонента

1-1 Подготовка

1-2 Обычный реактор

1-3 Разделение твердых частиц

1-4 Обработка

1-5 Восстановление

1-6 Реактивы

1-7 Электролит

1-8 Полимер

1-9 Чистый полимер

1-10 Полимерный продукт

1-11 Тепло

1-12 Давление

1-13 Катализатор

1-14 Отработанный электролит

1-15 Побочный продукт

2. Рисунок 2 Репрезентативное объяснение того, почему традиционный химический способ требует высокого тепла и давления для создания радикалов, инициирующих реакцию

2-1 Инициация

2-2 Этап распространения

2-3 Шаг прекращения

3. Рисунок 3 Иллюстрация электрохимической полимеризации в масштабе стенда или любой общей электрохимической реакции, в результате которой образуется твердый осадок

3-1 Электричество

3-2 Анод

3-3 Катод

3-4 Контрольный электрод

3-5 Твердый осадок

4. Рисунок 4 Механизм непрерывного удаления твердых частиц

4-1 Подвижный электрод

4-2 Устройство для удаления

5. Рисунок 5 Общая химическая бизнес-модель промышленности elerGreen

5-1 Процесс elerGreen

5-2 Химические отходы

5-3 Товарные химикаты

5-4 Возобновляемая энергия

5-5 Химическое сырье

6. Рисунок 6 Демонстрация преимуществ, предлагаемых новым электрохимическим процессом

6-1 Мочевина

6-2 Бисфенол А

6-3 Фосген

6-4 Лицензия

6-5 Приложенное напряжение

6-6 Проводящие ионы

6-7 Поликарбонаты

6-8 Соляная кислота

6-9 Аммиак

7. Рисунок 7 Распределение признаков изобретений

7-1 Устройство

7-2 Химия

7-3 Аддиционный полимер

7-4 Конденсационный полимер

7-5 Процесс

7-6 Трубопровод

7-7 Контроль

7-8 Процедура

8. Рисунок 8 Иллюстрация чтения инженерных чертежей с использованием условных обозначений и символов

8-1 Питательный резервуар А

8-2 Поток 1А

8-3 Регулирующий клапан V-01А

8-4 Преобразователь индикатора расхода 01А

8-5 Контроллер индикатора расхода 01А

9. Рисунок 9 Разбивка вариантов конструкции нового электрохимического устройства

9-1 Электрод цилиндра

9-2 Электрод из конвейерной ленты

9-3 Вращающийся дисковый электрод

9-4 Спиральный/винтовой электрод

9-5 Механический

9-6 Генерация движения

9-7 Передача движения

9-8 Удаление твердых тел

9-9 Транспортировка твердых тел

9-10 Многочисленные ножи

9-11 Конвейер

9-12 Канал

9-13 Опора

9-14 Подвижный

9-15 Встроенный

9-16 Аксессуары

9-17 Удаление газа

9-18 Проводящая щетка

9-19 Нанесение воска

9-20 Сосуд

10. Рисунок 10 Основные принципы работы удаления твердых частиц (цилиндрический электрод)

10-1 Контр электрод

11. Рисунок 11 Ячейка электрохимического реактора (цилиндрический электрод)

12. Рисунок 12 Основные рабочие принципы удаления твердых частиц (электрод конвейерной ленты)

12-1 Шкив

13. Рисунок 13 Ячейка электрохимического реактора (ленточный электрод)

14. Рисунок 14 Основные принципы работы удаления твердых частиц (вращающийся дисковый электрод)

15. Рисунок 15 Ячейка электрохимического реактора (вращающийся дисковый электрод)

16. Рисунок 16 Основные принципы работы удаления твердых частиц (спиральный/винтовой электрод (спиральный/винтовой электрод)

17. Рисунок 17 Ячейка реального электрохимического реактора (спиральный/винтовой электрод)

18. Рисунок 18 Разбор устройства
19. Рисунок 19 Генерация движения
  - 19-1 Двигатель/мотор
  - 19-2 Шестерни
  - 19-3 Вал
20. Рисунок 20 Передача движения
  - 20-1 Цепной привод
21. Рисунок 21 Удаление и транспортировка твердых частиц
  - 21-1 Заслонка
  - 21-2 Моющая жидкость
  - 21-3 Регулировка лопастей
  - 21-4 Впуск промывочной жидкости
  - 21-5 Выход промывочной жидкости
22. Рисунок 22 Реакционный сосуд
  - 22-1 Впуск электролита
  - 22-2 Выход электролита
  - 22-3 Боковые окна
23. Рисунок 23 Опора
  - 23-1 Гидравлический домкрат
  - 23-2 Кронштейн
  - 23-3 Колеса
  - 23-4 Корпус рамы
24. Рисунок 24 Устройство для удаления газа
  - 24-1 Вентиляционное отверстие
  - 24-2 Крышка
  - 24-3 Крышка
  - 24-4 Масса
  - 24-5 Рукава (промывочный трубопровод)
  - 24-6 Рукава (трубопроводы резервуара)
  - 24-7 Рукава (каркасы электродов)
25. Рисунок 25 Устройство для удаления твердых частиц из штабеля

- 26. Рисунок 26 Проводящая щетка
  - 26-1 Опора для принадлежностей
- 27. Рисунок 27 Нанесение воска
  - 27-1 Восковой слой
- 28. Рисунок 28 Варианты дренажа/канала для транспортировки твердых частиц
  - 28-1 Дуга (по умолчанию)
  - 28-2 Прямоугольный канал 9 12
  - 28-3 Треугольный канал 9 12
  - 28-4 Перпендикулярная заслонка (по умолчанию)
  - 28-5 Острая заслонка
  - 28-6 Тупоугольная заслонка
- 29. Рисунок 29 Разбивка электрохимического производства аддитивного полимера
  - 29-1 Гомо полимер
  - 29-2 Сополимер
  - 29-3 Спиртовая группа
  - 29-4 Варианты
- 30. Рисунок 30 Варианты проводящих ионов
  - 30-1 Растворенные ионы
  - 30-2 Металлические
  - 30-3 Неметаллические
  - 30-4 Органические
  - 30-5 Неорганические
  - 30-6 Мембрана
- 31. Рисунок 31 Варианты косольвента
  - 31-1 Косольвент
  - 31-2 Дизайнерская молекула
  - 31-3 Краун-эфир
  - 31-4 Растворитель
- 32. Рисунок 32 Варианты добавок
  - 32-1 Аддитивы
  - 32-2 Окислительно-восстановительные

## 32-3 Другие

33. Рисунок 33 Распределение основных возможностей электрохимического производства конденсационного полимера

33-1 Конденсат

33-2 Полиэфир

33-3 Моноспирт: Фурановые и фенольные смолы

33-4 Целлюлоза

33-5 Полисульфид

33-6 Полиамин

33-7 Трансэтерификация

33-8 Полиэстер

33-9 Полиамид

33-10 Полиангидрид

33-11 Полиимид

33-12 Полиуретан

33-13 Раскрытие кольца

33-14 Гетероатомы: Поли силоксаны Полисульфон, полифосфат, поли нитрат

33-15 Поли силоксаны

33-16 Полисульфон

34. Рисунок 34 Разбивка согласованного процесса

34-1 Концепция

34-2 Ликвидация последствий

34-3 Модернизация

34-4 Управление отходами

34-5 Блок-схема потока

35. Рисунок 35 Общий вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, где обычный реактор заменен электрохимическим реактором, где побочные продукты будут по-прежнему извлекаться с помощью аналогичного блока восстановления

35-1 Электрохимический реактор

36. Рисунок 36 Вариант нового электрохимического процесса производства полимеров, в котором блок восстановления не нужен, так как с побочными продуктами легче справиться

36-1 Разряд

37. Рисунок 37 Возможность модернизации

37-1 Байпас

34-4 Утилизация отходов

38. Рисунок 38 Рисунок 38 Управление отходами

38-1 Извлечение отходов

39. Рисунок 39 Общая блок-схема

40. Рисунок 40 Разбивка трубопроводов

40-1 Схема технологического процесса и вспомогательные узлы

40-2 Типы трубопроводов

40-3 Насосы/компрессоры

40-4 Нагреватель/охладитель

40-5 Коммунальное хозяйство

40-6 Клапаны

41. Рисунок 41 Общая схема технологического процесса для промышленной реализации

42. Рисунок 42 Путь обычного реактора

42-1 Обычный реакционный поток

42-2 Обычный поток твердого вещества

42-3 Поток обычной смеси

43. Рисунок 43 Путь электрохимического реактора

43-1 Поток электрохимической реакции

43-2 Электрохимический поток твердого тела

43-3 Поток электрохимической смеси

44. Рисунок 44 Путь экстракции растворителя

44-1 Поток экстракции растворителя

45. Рисунок 45 Путь сорбции

45-1 Поток сорбции

46. Рисунок 46 Побочный продукт как низкий ключ

46-1 Поток сверху в резервуар

46-2 Поток снизу до растворителя

47. Рисунок 47 Побочный продукт как высокий ключ

47-1 Поток сверху на растворитель

47-2 Поток снизу в резервуар

48. Рисунок 48 Разбивка управления процессом

48-1 Каскад

48-2 Прямая передача

48-3 Обратная связь

48-4 Соотношение

48-5 Разделение диапазона

48-6 Выбор обхода

48-7 Индикатор/сигнализация

48-8 Оперативный ответ

48-9 Точность

48-10 Надежность

48-11 Мультипликаторы

48-12 Требуется различная реакция

48-13 Гибкость и безопасность

48-14 Резервуар для возмущений

49. Рисунок 49 Подробная схема трубопроводов и контрольно-измерительных приборов (P&ID) для процесса производства электрохимического полимера

50. Рисунок 50 Легенда для P&ID

51. Рисунок 51 Пример каскадного управления

52. Рисунок 52 Пример прямого регулирования

53. Рисунок 53 Пример обратной связи

54. Рисунок 54 Пример управления соотношением

55. Рисунок 55 Пример управления отдельным диапазоном

56. Рисунок 56 Иллюстрация блокировки управления отдельным диапазоном

57. Рисунок 57 Пример управления выбором обхода

58. Рисунок 58 Пример индикатора и сигнализации

59. Рисунок 59 Разбивка рабочей процедуры

59-1 Штабелирование

59-2 Развертывание

## 59-3 Техническое обслуживание

60. Рисунок 60 Укладка электродов

## 60-1 Чередование

## 60-2 Агрегат

## 60-3 Изолятор

## 60-4 Провод/электрическое соединение

61. Рисунок 61 Штабелирование ячеек (2x1)

## 61-1 Персонал

## 61-2 Сторона мониторинга

## 61-3 Сторона обслуживания

## 61-4 Сторона штабелирования

62. Рисунок 62 Укладка ячеек (2x2)

63. Рисунок 63 Укладка ячеек (2xn)

64. Рисунок 64 Пример развертывания ячеек в стекинге

65. Рисунок 65 Штабелирование ячеек (2xn), направленное наружу

66. Рисунок 66 Укладка ячеек (nхn), подвесной электрод

## 66-1 Окруженный блок

67. Рисунок 67 Процедура развертывания ячейки

## 67-1 Развертывание реакторного сосуда

## 67-2 Развернуть опору электрода

## 67-3 Отрегулировать положение электрода

## 67-4 Развернуть транспортное средство для твердых тел

## 67-5 Установить газоотвод

68. Рисунок 68 Экспериментальная установка с измерением расхода газа

## 68-1 Материал А

## 68-2 Материал В

## 68-3 Растворенная соль

## 68-4 Горячая плита с мешалкой

## 68-5 Магнитная мешалка

## 68-6 Коническая колба

## 68-7 Пузырьковый расходомер

68-8 Пробка

68-9 Трубка

68-10 Первая метка

68-11 Последующая метка

69. Рисунок 69 Экспериментальная установка без измерения расхода газа

69-1 стакан

70. Рисунок 70 Наблюдение за образцом

70-1 Рабочий электрод

70-2 Жидкий полимер

70-3 Пузырьки газа

71. Рисунок 71 Идентификация продуктов

72. Рисунок 72 Пересчет против кумулятивного заряда

73. Рисунок 73 Моль, прореагировавшая против кумулятивного заряда

74. Рисунок 74 Ток против приложенного напряжения

75. Рисунок 75 Скорость потока газа против тока

### ***3. Символы инженерных чертежей***

Символы также используются для инженерных чертежей, особенно для диаграмм технологических процессов (PFD), а также для диаграмм трубопроводов и приборов (P&ID).

Прежде всего, части оборудования представлены кодами в таблице 3:

Таблица 3 Список оборудования в диаграмме технологического процесса

Код	Оборудование	Описание
T-01A	Питательный резервуар А	Хранение материала А
T-01B	Питательный резервуар В	Хранение материала В
D-00A	Барабан для растворителя	Хранение растворителя
D-00B	Барабан для добавок	Хранение добавок
M-02	Смесительный бак	Питательный смеситель
CR-03A	Обычный реактор	Обычный метод
CF-03B	Фильтр	Обычный фильтр
ER-04	Электрохимический реактор	Модернизированный байпас
T-05B	Резервуар для моющей жидкости	Рециркуляционный резервуар
WP-05A	Промывочный	Промывка полимеров
SP-06	Отстойник	Осаждение полимеров
DP-07	Сушилка	Осушитель полимеров
MP-08	Формовочная машина	Переработка полимеров
PP-09	Упаковка полимеров	Упаковка и хранение
SB-10A	Сорбционная установка	Сорбция побочных продуктов
SR-10B	Регенератор сорбента	Восстановление сорбента
XB-11	Экстрактор растворителя	Экстрактор побочных продуктов
D-12	Барабан для растворителя	Резервуар для растворителя
DB-13	Дистилляционная колонна	Дистилляция побочных продуктов
TB-14	Резервуар для побочных продуктов	Хранение побочных продуктов
T-15	Резервуар	Резервуар для электролита
D-16	Барабан для охлаждающей жидкости	Охлаждающий резервуар

Вспомогательные устройства, то есть более мелкие части оборудования для облегчения процесса 7-5, также обозначены кодами в таблице 4:

Таблица 4 Идентификация вспомогательных агрегатов

<b>ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ</b>	
<b>буква</b>	<b>ОПИСАНИЕ</b>
В	ВОЗДУХОДУВКА
С	КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН
Н	НАГРЕВАТЕЛЬ
Р	НАСОС
Q	КОМПРЕССОР
S	ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ КЛАПАН
V	КЛАПАН
X	ТЕПЛООБМЕННИК

Поскольку в процессе 7-5 используются различные типы клапанов 40-6, клапаны 40-6 обозначаются различными символами, как показано в таблице 5:

Таблица 5 Символы различных типов клапанов

<b>СИМВОЛЫ КЛАПАНА</b>	
	ЗАПОРНЫЙ КЛАПАН
	КОНТРОЛЬНЫЙ КЛАПАН
	ВЕНТИЛЬ ВКЛ/ВЫКЛ
	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЙ КЛАПАН
	ПЕРЕКЛЮЧАЮЩИЙ КЛАПАН

Для лучшего понимания процесса 7-5 представляющие интерес потоки идентифицированы с указанием их соответствующего количества и состава, как показано в следующей таблице 6:

Таблица 6 Нумерация и состав потоков

МАРКИРОВКА ЛИНИИ	
ПРИМЕР:	
поток No	→ 
продукт	→ -С
СИМВОЛ	продукт
A	МАТЕРИАЛ А
B	МАТЕРИАЛ Б
G	ГАЗ
H	ПОПРОДУКТАМ
P	ПОЛИМЕР
S	СОЛЬ/РАСТВОР
T	ОХЛАЖДАЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ
U	ВОЗДУХ
V	АБСОРБЕНТ
W	МОЮЩАЯ ЖИДКОСТЬ
X	РАСТВОРИТЕЛЬ
Y	СО-РАСТВОРИТЕЛЬ
Z	ДОБАВКА

Существуют также различные типы линий для представления различных типов трубопроводов 40-2, как показано в таблице 7:

Таблица 7 Представление типов трубопроводов 40-2 с помощью различных линий

ОБОЗНАЧЕНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ, СОЕДИНЕНИЙ И ГРАНИЦ	
	ОСНОВНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
	ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
	ИЗОЛИРОВАННЫЙ ТРУБОПРОВОД
	МЕХАНИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ
	СИГНАЛ ПРИБОРА

Для P&ID процесс 7-7 Элементы управления представлены в соответствии со следующей таблицей 8:

Таблица 8 Процесс 7-7 Идентификация элементов управления

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРИБОРОВ		
СИМВОЛ	ТИП	РАСПОЛОЖЕНИЕ
	ОБЩИЙ ДИСПЛЕЙ/УПРАВЛЕНИЕ	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА
	ПРОГРАММИРУЕМОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА
	ОБХОДНОЙ ВЫБОР	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА
.	РАЗДЕЛЬНЫЙ ДИАПАЗОН	КОМНАТА УПРАВЛЕНИЯ ОПЕРАТОРА

В то время как конкретные параметры, представляющие интерес, и обработка параметра обозначаются кодами из следующей таблицы 9:

Таблица 9 Буквенные коды для процесса 7-7 Элементы управления

ОПОЗНАВАТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ		
буква	ПЕРВЫЙ	УСПЕХ
A	АНАЛИЗ	
C		КОНТРОЛЬ
E	НАПРЯЖЕНИЕ	
F	СКОРОСТЬ ПОТОКА	
I	ТОК	ИНДИКАТИРОВАТЬ
L	УРОВЕНЬ	
P	ДАВЛЕНИЕ	
R	СООТНОШЕНИЕ	
S	СКОРОСТЬ	
T	ТЕМПЕРАТУРА	ПЕРЕДАВАТЬ
W	ВЕС	
Y		РЕЛЕ
Z	ПОЗИЦИЯ	

Обработка параметров включает управление, индикацию, передачу и реле. Управление означает, что параметру присваивается интересующее его заданное значение, а контроллер следит за тем, чтобы фактическое измерение было близко к заданному значению в пределах определенного запаса, управляя оборудованием, которое может повлиять на измерение. Индикация означает отображение значения 7-5 параметра процесса либо через измерительный прибор на месте, либо через панель управления в комнате оператора, либо и то, и другое. Передать означает, что интересующее значение параметра будет отправлено на последующий элемент управления процессом, указанный направлением стрелки. Наконец, реле, для интересующего нас параметра 7-5 процесса, означает отправку интересующего нас параметра 7-5 процесса на последующий элемент управления процессом, аналогично передаче, с той лишь разницей, что реле используется для вычисленной переменной, такой как отношение между двумя расходами, вместо фактического значения измерения расхода, которое представляет собой физическую величину.

Пример для чтения инженерного чертежа показан на рисунке 8. 8-1 Питательный резервуар А, предназначенный для хранения 68-1 материала А, обозначен Т-01А. 8-2 Поток 1А, состоящий в основном из материала 68-1 А, выходит из Т-01А. На 8-2 потоке 1А имеется поточный регулирующий клапан, обозначенный 8-3 Регулирующий клапан V-01А. Имеется также 8-4 Индикатор расхода, обозначенный FIT 01А, для измерения расхода, индикации измерения на месте и передачи измерения в качестве сигнала в систему управления. 8-4 Приемопередатчик индикатора расхода 01А, FIT 01А посылает сигнал, как указано стрелкой, на 8-5 Контроллер индикатора расхода 01А, FIC 01А, где указывается и контролируется заданное значение расхода. 8-5 Контроллер индикатора расхода 01А, FIC 01А впоследствии управляет (как указано направлением стрелки) 8-3 Регулирующим клапаном V-01А для достижения желаемого заданного значения расхода, то есть, убеждаясь, что 8-4 Индикаторный преобразователь расхода 01А, FIT 01А близок к заданному значению 8-5 Контроллер индикатора расхода 01А, FIC 01А в пределах определенного приемлемого запаса, где запас зависит от настройки программного обеспечения контроллера, а также аппаратного обеспечения, особенно точности измерения и чувствительности регулирующего клапана. С точки зрения идентификации приборов, оба преобразователя 8-4 Flow rate Indicator Transmitter 01А, FIT 01А и 8-5 Контроллер индикатора скорости потока 01А, FIC 01А имеют общий дисплей/управление, что означает, что они соответственно показывают значение

измерения как на счетчике на объекте, так и на панели управления в комнате управления оператора.

## Непрерывный 9-8 Удаление твердых частиц 7-1 Устройство на электроде

Устройство 7-1 поставляется в нескольких вариантах, а именно: 9-1 цилиндрический электрод, 9-2 электрод на конвейерной ленте, 9-3 вращающийся дисковый электрод, 9-4 спиральный/винтовой электрод, как показано на рисунке 9. Все они имеют некоторые общие черты, включая 9-5 Механизм, 9-6 Генерация движения, 9-7 Передача движения, 9 -8 Удаление твердого тела, 9-9 Транспортировка твердого тела, 9-13 Поддержка, 9-20 Сосуд и 9-16 Аксессуары, особенно 9-17 Удаление газа. Эти аналогичные общие части и механизм будут более подробно описаны в указанных вариантах.

Ячейка электрохимической реакции состоит из 3-1 источника электричества, соединенного с электродами, погруженными в 1-7 электролит. Электролит 1-7 обычно представляет собой проводящую жидкую смесь, содержащую 6-6 проводящие ионы, но может быть и проводящая 30-6 мембрана, пропитанная жидкостью. Электрод состоит из проводящего материала, на поверхности которого происходят электрохимические реакции; электрод, подключенный к положительному полюсу источника питания, называется 3-2 анодом, на котором происходят реакции окисления, а электрод, подключенный к отрицательному полюсу источника питания, называется 3-3 катодом, на котором происходят реакции восстановления. Хотя для протекания реакции это не обязательно, третий электрод, называемый электродом сравнения, часто включают для обеспечения измерения напряжения на электроде сравнения.

Когда в результате электрохимической реакции образуются твердые продукты, они имеют тенденцию прилипать к поверхности электрода в виде 3-5 твердого осадка, который часто требует 9-8 удаления твердого осадка для поддержания работоспособности электрохимической ячейки. 9-8 Удаление твердых частиц с электрода представляет интерес, поскольку оно находит применение в электрохимической металлургии и аккумуляторных батареях, где интересующие металлы образуются в виде 3-5 твердых отложений на электроде и должны быть извлечены/изолированы для дальнейшей 1-4 обработки.

С другой стороны, если образовавшийся твердый осадок 3-5 (на аноде 3-2 или катоде 3-3 в зависимости от реакции) является непроводящим, он блокирует электрод, и электрохимическая реакция останавливается из-за отсутствия проводимости. Это обуславливает необходимость

быстрого удаления непроводящего твердого осадка 3-5 по мере его образования, предпочтительно в непрерывном режиме.

Для решения этой задачи новая установка устройства 7-1 предназначена для непрерывного удаления твердого осадка 3-5 путем относительного движения между электродом и устройством 4-2 для удаления, например, лезвием для удаления твердого осадка 3-5 с электрода.

Удаление твердых частиц 9-8 может происходить в верхней (газ/воздух) или нижней (жидкость/1-7 электролит) фазе. В газовой фазе трение существенно ниже, и нет необходимости отфильтровывать 3-5 твердый осадок от жидкости/1-7 электролита. С другой стороны, относительное движение между электродом и устройством 4-2 удаления в фазе жидкости/1-7 электролита также служит для перемешивания 1-7 электролита для смешивания, устраняя необходимость в мешалке в фазе 1-7 электролита/жидкости. Следует также отметить, что резервуар 1-7 для электролита не обязательно должен иметь прямоугольную форму, например, он может быть цилиндрическим, особенно если электроды 9-1 цилиндрические, для экономии объема 35-1 электрохимического реактора/реагента (и, следовательно, стоимости).

Устройство 7-1 может представлять собой несколько повторяющихся блоков, в порядке 3-2 Анод-3-2 Анод-3-3 Катод-3-3 Катод (кластерная стопка) или в порядке 3-2 Анод-3-3 Катод-3-2 Анод-3-3 Катод (чередующаяся стопка), для увеличения масштаба производства.

Хотя компоновка может иметь различные формы, основные из них представляют интерес: 9-1 электрод цилиндра, 9-2 электрод конвейерной ленты и 9-3 электрод вращающегося диска.

Изобретение обладает следующими преимуществами:

- Более мелкий 9-20 сосуд, поскольку больше нет необходимости в оседании 3-5 твердого осадка, что приводит к снижению стоимости за счет меньшего размера 35-1 электрохимического реактора и объема реагента.
- Быстрее и дешевле 1-3 Отделение твердого осадка: Меньшее трение для удаления твердого осадка 3-5 в воздушной/газовой фазе, чем в вязкой фазе 1-7 электролита, при этом отпадает необходимость отфильтровывать твердый осадок 3-5 из жидкой фазы; или облегчение перемешивания в жидкой фазе/1-7 электролита и устранение необходимости в мешалке.

- Непрерывный процесс, устраняющий необходимость отключения 35-1 электрохимического реактора для отделения 3-5 твердого осадка.
- Простая конструкция без сложной 19-2 установки зубчатых колес и 9-5 механических механизмов, которые были бы дорогостоящими/трудными в производстве

### ***9-1 цилиндрический электрод***

9-1 Цилиндрический электрод - это самый простой вариант конструкции, как показано на рисунке 10, который состоит из проводящего цилиндрического материала в качестве электрода.

Цилиндрический электрод 9-1 располагается горизонтально и частично погружается в электролит 1-7.

Электрохимическая реакция будет происходить в жидкой фазе/1-7 электролита при подаче 3-1 электричества, а вращение цилиндрического электрода 9-1 будет перемещать твердый осадок 3-5 вверх в газоздушную фазу, где используется устройство 4-2 удаления для удаления твердого осадка 3-5 с поверхности, например, за счет трения, вызванного относительным движением поверхности цилиндрического электрода 9-1 и устройства 4-2 удаления.

В некоторых вариантах осуществления изобретения устройство 7-1 включает жесткий материал, например, пластину из жесткого материала, которая может быть наклонена вниз к внешней стороне электрохимической ячейки. Это позволяет твердому осадку 3-5 постепенно сползать по пластине вниз к внешней стороне ячейки для последующей обработки 1-4. В качестве альтернативы, устройство для удаления 4-2 также может быть объединено в единый блок с устройством 9-9 транспортировки твердого материала в виде конвейерной ленты 9-11 с жесткими острыми краями или абразивной поверхностью, расположенной против и в контакте с поверхностью электрода, где удаляемый твердый осадок 3-5 будет перемещаться за пределы электрохимической ячейки автоматизированным, непрерывным способом. Например, жесткие края могут быть перпендикулярны тангенциальной поверхности электрода.

Еще одним преимуществом является то, что удаленный твердый осадок 3-5 в основном сухой, без большого количества жидкости (хотя некоторая жидкость может налипать на него, но немного, и его можно легко промыть), что ускоряет время разделения твердых частиц 1-3 и устраняет необходимость отфильтровывать твердый осадок 3-5 от жидкой фазы.

В резервуар могут попадать или не попадать остатки твердого осадка 3-5, которые при необходимости будут отфильтрованы. Однако удаление твердых частиц 9-8 в воздушной/газовой фазе уже удаляет большую часть твердых отложений 3-5 и, таким образом, значительно снижает пропускную способность, необходимую для резервного фильтрования. В качестве альтернативы фильтр часто не требуется, а твердый осадок 3-5 извлекается только во время обслуживания 59-3.

### ***9-2 Конвейерный ленточный электрод***

9-2 Конвейерный ленточный электрод - это еще один вариант, показанный на рис. 12, хорошо подходящий для адаптации в промышленных масштабах. Принцип работы 9-8 удаления твердых отложений представляет собой циклическое движение, очень похожее на электрод с цилиндром 9-1, но вместо него применяется установка 9-11 конвейерной ленты со шкивом 12-1, которая предлагает несколько больше возможностей:

- 1) Большая площадь в жидкой фазе, хорошо погружается в 1-7 Электролит для выхода электрохимической реакции, и позволяет использовать более компактный бак для реагентов. Например, нижний шкив 12-1 и большая часть электрода 9-2 конвейерной ленты могут быть погружены в жидкую фазу/1-7 Электролита.
- 2) Большая площадь в фазе газ/воздух, что позволяет устройству 7-1 быть более надежным, с меньшей опасностью утечки жидкости/1-7 электролита на шестерни 19-2 и вал для перемещения электрода 9-2 конвейерной ленты, а также на электропроводку электрода.
- 3) Большая высота в газовой/жидкой фазе выделяет больше места для более надежной конструкции 7-1 устройства для удаления 3-5 твердых отложений, такого как 9-11 конвейерная лента для доставки очищенных 3-5 твердых отложений.

Он также может приводиться в движение шкивом 12-1, который является просто очень узкой версией конвейерной ленты 9-11.

### ***9-3 Вращающийся дисковый электрод***

9-3 Вращающийся дисковый электрод - это еще один вариант устройства 7-1, как показано на рис. 14, где электродом служит проводящий жесткий диск, частично погруженный в электролит/жидкую фазу 1-7. Вращающийся дисковый электрод 9-3 вращается под действием

вала с устройством 4-2 для удаления, расположенным напротив и в контакте с поверхностью для удаления 3-5 твердого осадка на поверхности электрода.

Он обладает следующими характеристиками:

- 1) Большая площадь поверхности
- 2) Простота конструкции и изготовления
- 3) Компактная конструкция

Еще раз отметим, что сосуд 9-20 может быть цилиндрическим, чтобы уменьшить пространство 35-1 электрохимического реактора. Вращающийся дисковый электрод 9-3 также может быть выполнен спиральным вместо параллельного диска, что позволяет непрерывно прикручивать изделия к внешней стороне 35-1 электрохимического реактора.

Обратите внимание, что в любом случае, для удобства изготовления и настройки, желательно иметь одинаковую форму 10-1 Контрэлектрода с электродом. Для работы устройства 7-1 необходимо только установить проводимость, и 10-1 Контрэлектрод не обязательно должен быть той же формы, что и электрод.

#### ***9-4 Спирально-винтовой электрод***

9-4 Спирально-винтовой электрод - это еще один вариант устройства 7-1, как показано на рис. 16, где электродом служит проводящий жесткий винт, частично погруженный в электролит/жидкую фазу 1-7. Винт вращается под действием вала с устройством 4-2 для удаления, расположенным напротив и в контакте с поверхностью для удаления 3-5 твердого осадка на поверхности электрода.

Он обладает следующими характеристиками:

- 1) Большая площадь поверхности
- 2) Компактная конструкция
- 3) Эффективное перемещение 1-7 электролита и удаление 9-8 твердых отложений.

Еще раз отметим, что сосуд 9-20 может быть цилиндрическим для уменьшения 35-1 пространства электрохимического реактора. Устройство 4-2 удаления также может быть винтовым или спиралевидным, чтобы соответствовать поверхности 9-4 спирального/винтового электрода, чтобы максимизировать поверхность контакта для более эффективного 9-8 удаления твердых частиц.

Обратите внимание, что в любом случае, даже если это хорошая идея, иметь одинаковую форму 10-1 контрэлектрода с электродом для простоты изготовления и настройки. Для работы устройства 7-1 необходимо только установить проводимость, а противоэлектрод 10-1 не обязательно должен быть той же формы, что и электрод.

### ***Общий механизм***

#### **Общий механизм и 9-2 электрод конвейерной ленты**

Общий механизм лучше всего объяснить сначала на примере электрода 9-2 конвейерной ленты, как показано на рисунке 13 и рисунке 18.

9-5 Механизм включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерирование движения включает преобразование источника энергии, обычно, но не ограничиваясь этим, 19-1 двигателя/мотора, такого как химическая энергия для двигателя или электрическая энергия для двигателя, в механическую энергию для движения. В некоторых воплощениях, 9-6 Генерация движения также включает в себя соединение с 9-7 Передачей движения путем соединения шестерен 19-2 и вала 19-3 с двигателем/мотором 19-1.

9-7 Передача движения включает в себя распределение или направление 9-5 Механического движения в назначенное место, в данном случае для создания движения электрода. Иногда распределение разделяется на 2 или более этапов: первичный и вторичный. Как показано на рисунке 19, первичная передача 9-7 движения функционирует для передачи 9-5 механического движения от источника 9-6 генерации движения, обычно двигателя 19-1, к промежуточной 9-5 механической части, включая, без ограничения, вал 19-3, шестерню 19-2, шкив 12-1 или цепную передачу 20-1. В некоторых вариантах осуществления, цепной привод 20-1 используется для надежности устройства, поскольку он имеет минимальную восприимчивость к проскальзыванию для максимальной силы скребка.

Как показано на рисунке 20, вторичный механизм 9-7 передачи движения функционирует для передачи механического движения 9-5 от упомянутой промежуточной механической части 9-5 к электроду. Она обычно осуществляется с помощью средств, включая, но не ограничиваясь ими, вал 19-3, шестерни 19-2, шкив 12-1 или цепную передачу 20-1.

Для равномерного 9-5 Механического распределения энергии можно параллельно использовать несколько первичных и вторичных распределений. Например, электрод 9-2 конвейерной ленты может иметь двойное первичное распределение, сверху и снизу. С другой стороны, электрод 9-2 конвейерной ленты может иметь от двойного до четверного вторичного распределения: двойное сверху и снизу (электрод 9-2 конвейерной ленты), а в случае двойного цепного привода 20-1 - четверное: сверху и снизу (электрод 9-2 конвейерной ленты), слева и справа (цепной привод 20-1).

Как показано на фиг. 21, 9-8 удаление твердого осадка включает удаление твердого осадка 3-5 с электрода, а 9-9 транспортировку удаленного твердого осадка 3-5 в сторону от электрохимического реактора 35-1. Снятие электрода может быть выполнено множеством способов, включая, но не ограничиваясь ими: 9-5 механическое истирание (с помощью 4-2 устройства для удаления), ультразвук или струи жидкости. Также имеется 21- 3 Устройство регулировки лезвия для регулировки угла лезвия, обычно, но не ограничиваясь этим, система пружин. В некоторых вариантах осуществления, особенно в электроде 9-2 конвейерной ленты и электроде 9-1 цилиндра, дополнительное устройство 4-2 для удаления может быть размещено на внутренней стороне электрода, чтобы увеличить выход продукта за счет увеличения площади поверхности. Однако за это приходится платить большей сложностью и снижением надежности работы, поэтому в каждом конкретном случае следует оценивать индивидуально. В некоторых вариантах осуществления изобретения несколько лопастей 9-10 укладываются друг на друга, как показано на рис. 25, для увеличения мощности очистки и эффективности удаления твердых частиц 9-8.

9-9 Транспортировка твердых тел может осуществляться несколькими способами, включая, но не ограничиваясь ими: 9-11 Конвейерная лента или движение жидкости в 9 -12 канале. В случае конвейерной ленты 9-11, 3-5 твердых отложений, счищенных с электрода, непрерывно уносятся из пространства 35-1 электрохимического реактора посредством движения конвейерной ленты 9-11. Для движения жидкости в канале 9-12, 3 -5 твердых отложений, отмытых от электрода, непрерывно уносятся жидкостью, текущей в открытом канале 9-12. Жидкость обычно является жидкостью, но не ограничивается ею, и обычно выбирается вода из-за низкой стоимости. Сама жидкость, особенно жидкая, может также выступать в качестве промывочной жидкости 21-2 для облегчения последующей стадии промывки. Как показано на рисунке 28, открытый канал 9-12

может также иметь выступающую заслонку 21-1 для предотвращения вытекания твердых отложений 3-5 из канала 9-12.

Существуют некоторые варианты стандартной конструкции канала 9-12. Открытый канал 9-12, хотя часто изготавливается из трубы 7-6, разрезанной в вертикальном поперечном сечении по форме 28-1 дуги (по умолчанию), также может быть выполнен в форме 28-2 прямоугольного канала 9-12, или 28-3 треугольного канала 9-12, или даже произвольной формы, если он образует гребень для потока жидкости. Заслонка 21-1 по умолчанию имеет форму 28-4 Перпендикулярная заслонка (по умолчанию) для простоты изготовления, но также может быть наклонена как 28-5 Острая заслонка или 28-6 Тупая заслонка, чтобы соответствовать траектории разлива.

Также имеется основной сосуд 9-20 в части снизу, как показано на рисунке 22. К реакционному сосуду 9-20 прикреплен против электрод 10-1. В некоторых вариантах осуществления счетчик 10-1 присоединяется к сосуду 9-20 для простоты изготовления. Сосуд 9-20, содержащий жидкость 1-7 электролита, имеет вход 22-1 электролита и выход 22-2 электролита. В некоторых вариантах осуществления, чтобы снизить затраты энергии на перекачку, вход 22-1 электролита и выход 22-2 электролита расположены в соответствии с гравитацией, так что 1-7 электролит входит сверху и выходит снизу.

На рис. 23 показана опора 9-13 для электрода 9-2 конвейерной ленты, которая является подвижным вариантом 9-14. Опора 9-13 состоит из корпуса 23-4 рамы для удержания электродной системы на месте. Нижняя часть корпуса 23-4 обычно оснащена 23-3 колесами или направляющими для удобства демонтажа с резервуара для установки и 59-3 технического обслуживания. 23-2 Кронштейн корпуса рамы 23-4 имеет функции регулируемой высоты, обычно, но не ограничиваясь этим, 23-1 Гидравлический домкрат. Регулируемая высота обеспечивает средства для извлечения электродной системы из резервуара 9-20 без необходимости слива 1-7 электролита из резервуара 9-20. Это обеспечивает удобный и быстрый процесс 59-3 технического обслуживания, если электрод требует обслуживания и 59-3 технического обслуживания, так как опорожнять сосуд 9-20 для его открытия медленно и утомительно, с возможными последствиями для других операций устройства.

На руке 23-2 закреплен мотор/двигатель 19-1 для обеспечения 9-5 механической энергии для приведения в движение генератора 9-6 движения. Кроме электрического двигателя, это может

быть двигатель (внутреннего сгорания) или любое другое средство для обеспечения 9-5 механического движения.

Устройство 7-1 также включает в себя 9-16 Дополнительные принадлежности, особенно 9-17 Газоотвод, как показано на рисунке 24. 9-17 Удаление газа осуществляется в случаях, когда нежелательный газ, обычно легковоспламеняющийся или токсичный, выделяется в достаточном количестве. Примером может служить реакция расщепления воды при электролизе, в результате которой образуется легковоспламеняющийся водородный газ. В некоторых случаях токсичный 6-9 газ аммиак, как 1-15 побочный продукт в жидкой форме, может испаряться в дым. 9-17 Газоотвод состоит из закрытого или открытого вариантов. Закрытый 9-17 газоотвод - это просто сделать газонепроницаемое пространство устройства 7-1 и направить газ в определенный поток, например, в конденсатор или горелку. Открытый 9-17 газоотвод - это установка, похожая на дымоход, которая использует эффект дымохода для всасывания газов. Открытый 9-17 газоотвод используется, когда газ не нужно изолировать, а закрытый 9-17 газоотвод используется, когда газ нужно изолировать. В некоторых вариантах реализации 9-17 Газоотвод можно не использовать, если выделение газа минимально.

Другие принадлежности 9-16 включают 9-18 Проводящую щетку и 9-19 Восковую обработку. Также было сложно поддерживать электрический контакт, когда электрод постоянно находится в движении. Однако электрический контакт устанавливается с помощью проводящего твердого тела в контакте с электродом. В некоторых вариантах осуществления это происходит через устройство 4-2 удаления твердого тела 9-8 Удаление твердого тела. В некоторых вариантах осуществления дополнительные электрические контакты, помимо устройства 4-2 удаления, обеспечиваются, как показано на фиг. 26, например, проводящая щетка 9-18, обычно, но не обязательно, изготовленная из углерода в форме графита, прикрепляется через опору 26-1 принадлежности. В некоторых вариантах осуществления электрод непрерывно покрыт тонким слоем скользкого материала, такого как 9-19 парафин, прикрепленный через аналогичную вспомогательную опору 26-1, как показано на фиг. 27, для облегчения снятия электрода с помощью слоя 27-1 парафина. В некоторых вариантах осуществления, 9-19 нанесение воска осуществляется с помощью куска воска, твердого при трении с поверхностью электрода. В некоторых других реализациях для нанесения воска 9-19 используется более сложное устройство для нанесения воска 9-19.

### **9-1 Цилиндрический электрод**

Для варианта 9-1 Цилиндрический электрод рекомендуемая установка устройства 7-1 показана на рисунке 11. Она имеет цилиндрический сосуд 9-20, в котором находится электролит 1-7.

Электролит 1-7 поступает из 22-1 входа электролита, а затем выходит из 22-2 выхода электролита.

Для уменьшения сопротивления контр электрод 10-1 представляет собой проводящую цилиндрическую поверхность, прикрепленную к внутренней стенке сосуда 9-20. Для удобства эксплуатации боковые стенки сосуда 9-20, служащие в 9-15 встроенном варианте 9-13 опорой и каркасом, могут быть сделаны прозрачными, чтобы через 2 из 22- 3 боковых окон можно было наблюдать за любыми изменениями в сосуде 9-20.

9-5 Механика включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерация движения в данном случае включает 19-1 двигатель/мотор для привода 2 из 19 2 шестерен и 2 из 19-3 систем валов для привода 9-1 цилиндрического электрода.

9-8 Удаление твердых частиц включает в себя удаление 3-5 твердых отложений с электрода цилиндра 9-1 с помощью устройства 4-2 для удаления. Имеется регулировка 21-3 лезвия для регулировки угла наклона лезвия для управления скребковым действием.

Транспортировка твердых отложений 9-9 включает открытый канал 9-12, содержащий поток промывочной жидкости 21-2, протекающий между двумя концами канала 9-12: входом промывочной жидкости 21-4 и выходом промывочной жидкости 21-5. Имеется заслонка 21-1 для предотвращения пролива 3-5 твердого осадка при его очистке с электрода.

9-17 Удаление газа включает в себя крышку 24-2 с вентиляционным выходом 24-1, соединенным с вытяжным шкафом. Остаются рукава для всасывания окружающего воздуха, а именно рукава 24-5 (промывочный трубопровод) и рукава 24-7 (каркасы электродов).

### **9-3 Электрод с вращающимся диском**

Для варианта 9-3 Вращающийся дисковый электрод рекомендуемая установка устройства 7-1 показана на рисунке 15. Он имеет цилиндрический сосуд 9-20, аналогичный цилиндрическому электроду варианта 9-1, в котором находится электролит 1-7. Электролит 1-7 поступает через вход 22-1 электролита, а затем выходит через выход 22-2 электролита. Для снижения сопротивления контр электрод 10-1 представляет собой проводящую дисковую поверхность, прикрепленную к

другой стороне вращающегося дискового электрода 9-3, отделенную куском изолятора 60-3. В некоторых вариантах осуществления контр электрод 10-1 может быть также изготовлен из проводящего материала, прикрепленного к внутренней стенке сосуда 9-20 для простоты изготовления, хотя и с некоторым повышенным сопротивлением и, следовательно, более низкой энергоэффективностью. Для удобства эксплуатации боковые стенки сосуда 9-20, служащие в варианте 9-15 встроенной опорой и рамой 9-13, могут быть выполнены прозрачными, чтобы через 2 из 22-3 боковых окон можно было наблюдать за любыми изменениями в сосуде 9-20.

9-5 Механика включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерация движения в данном случае включает в себя 19-1 двигатель/мотор для привода 2 из 19-2 шестерен и 2 из 19-3 систем валов для привода 9-3 вращающегося дискового электрода. 9-8 Удаление твердых частиц включает в себя удаление 3-5 твердых отложений с 9-3 вращающегося дискового электрода. Для регулировки угла наклона лезвия для управления скребковым действием предусмотрена регулировка 21-3 лезвия.

Транспортировка твердых отложений 9-9 включает открытый канал 9-12, содержащий поток промывочной жидкости 21-2, протекающий между двумя концами канала 9-12: входом промывочной жидкости 21-4 и выходом промывочной жидкости 21-5. Имеется заслонка 21-1 для предотвращения пролива 3-5 твердого осадка при его очистке с электрода.

9-17 Удаление газа включает в себя крышку 24-2 с вентиляционным выходом 24-1, соединенным с вытяжным шкафом. Остаются рукава для всасывания окружающего воздуха, а именно рукава 24-5 (промывочный трубопровод) и рукава 24-7 (каркасы электродов).

#### **9-4 Спиральный/винтовой электрод**

Для варианта со спиральным/винтовым электродом рекомендуемая установка устройства 7-1 показана на рисунке 17. Он имеет неполный цилиндрический сосуд 9-20, в котором находится электролит 1-7. Электролит 1-7 поступает через вход 22-1 электролита, а затем выходит через выход 22-2 электролита. Для уменьшения сопротивления контр электрод 10-1 представляет собой проводящую дисковую поверхность, прикрепленную к другой стороне спирального/винтового электрода 9-4, отделенную куском изолятора 60-3. В некоторых вариантах осуществления встречный электрод 10-1 может быть также изготовлен из проводящего материала, прикрепленного к внутренней стенке сосуда 9-20 для простоты изготовления, хотя и с некоторым

повышенным сопротивлением и, следовательно, более низкой энергоэффективностью. Для удобства эксплуатации боковые стенки сосуда 9-20, служащие в варианте 9-15 встроенной опорой и рамой 9-13, могут быть выполнены прозрачными, чтобы через 2 из 22-3 боковых окон можно было наблюдать за любыми изменениями в сосуде 9-20.

9-5 Механика включает в себя 9-6 Генерацию движения и 9-7 Передачу движения. 9-6 Генерация движения в данном случае включает 19-1 двигатель/мотор для привода 2 из 19-2 шестерен и 2 из 19-3 систем валов для привода 9-4 спирально-винтового электрода. 9-8 Удаление твердых частиц включает удаление 3-5 твердых отложений с 9-4 спирально-винтового электрода с помощью 4-2 устройства для удаления. На рисунке это был винт, вращающийся вместе, в одном или противоположном направлении вращения, в контакте с электродом 9-4 спирали/винта, чтобы счистить

3-5 твердого осадка путем истирания. В некоторых вариантах реализации это могут быть стационарные лопасти, закрепленные на сосуде 9-20 или опоре 9-13.

Имеется регулировка 21-3 лезвия для регулировки угла наклона лезвия для управления скребковым действием.

Транспортировка твердых тел включает открытый канал 9-12, содержащий поток промывочной жидкости 21-2, протекающий между двумя концами канала 9-12: входом промывочной жидкости 21-4 и выходом промывочной жидкости 21-5. Имеется заслонка 21-1 для предотвращения пролива 3-5 твердого осадка при его очистке с электрода.

9-17 Удаление газа включает в себя крышку 24-2 с вентиляционным выходом 24-1, соединенным с вытяжным шкафом. Остаются рукава для всасывания окружающего воздуха, а именно рукава 24-5 (промывочный трубопровод) и рукава 24-7 (каркасы электродов).

## Электрохимическое получение 7-3 аддитивного полимера

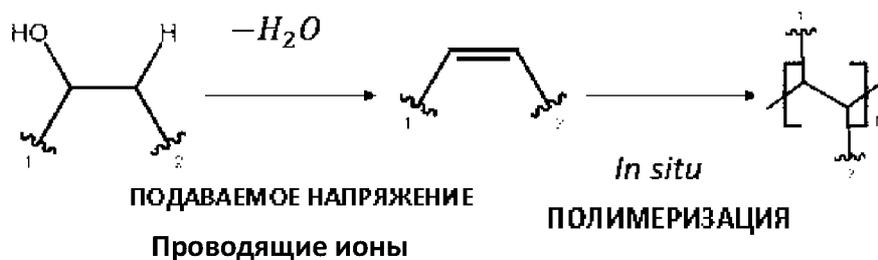
Как первая часть 7-2 химии, 7-3 аддитивный полимер - это класс 1-8 полимеров, образующихся в результате реакции присоединения, при которой не образуется 1-15 побочный продукт.

Некоторые примерные 7-3 аддитивные полимеры включают углеродную основу без гетероатомов, такие как:

- Поливинил: Полиэтилен (PE), Полипропилен (PP), Полистирол (PS), Поливинилхлорид (PVC) и т.д.
- Полиалканы в целом, такие как полибутадиен (каучук).

Как показано на рисунке 29, электрохимическое получение 7-3 аддитивного полимера можно разделить на 29-1 гомополимер и 29-2 сополимер. В некоторых вариантах реализации гомополимер 29-1 получается в результате полимеризации с элиминированием-присоединением из исходной спиртовой группы 29-3, как показано в уравнении 2, или других вариантов 29-4, таких как сульфиды и амины.

### ЭЛИМИНАЦИОННО-ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ



**Уравнение 2**

Обратите внимание, что полимеризация может быть также инициирована со второго этапа, если в качестве исходных материалов используются ненасыщенные соединения, включающие ненасыщенные углеводороды, такие как алкены или алкины.

29-2 Сополимер, с другой стороны, может быть получен при смешивании различных исходных групп. Это могут быть различные 29-3 спиртовые группы, или даже между функциональными

группами, такими как спирт и сульфиды, когда эти различные виды присутствуют в одной и той же системе 1-7 электролита во время электрохимической реакции.

Как показано на рис. 30, 6-6 проводящие ионы могут поступать либо из мембраны 30-6, либо из растворенных ионов 30-1. Мембраны 30-6 включают, но не ограничиваются этим, мембрану 1-7 электролита для электролизера и топливных элементов, такую как протообменная мембрана 30-6 (обычно используется для кислой и нейтральной водной системы), или полимерная ионообменная мембрана 30-6 (обычно используется для щелочной водной системы). Примером такой мембраны 30-6 является мембрана Nafion, класс протонообменных мембран 30-6, обычно используемых для водородных топливных элементов. 30-1 Растворенные ионы могут быть получены из 30-2 Металлических ионов, таких как ионы лития из хлорида лития, LiCl, или 30-3 Неметаллических ионов. Неметаллические ионы обычно делятся на 30-4 органические и 30-5 неорганические. Органические варианты 30-4 включают поверхностно-активные вещества, такие как стеаратные ионы стеарата натрия (обычно используемые для изготовления мыла) или некоторые глубоко эвтектические соли или ионные жидкости, такие как хлорид холина, являющийся обычным компонентом эвтектического растворителя 31-4, или 1-бутил-3-метилимидазолий гексафторфосфат ([BMIM]PF<sub>6</sub>) как обычная ионная жидкость.

В зависимости от ситуации может потребоваться 31-1 Соразтворитель, варианты которого приведены на рисунке 31. 31-1 Соразтворитель может включать 30-4 органические и 30-5 неорганические варианты. Органические варианты 30-4 представляют собой либо 31-2 дизайнерскую молекулу, особенно 31-3 краун-эфир, используемый для растворения металлических ионов в органической фазе (например, 15-Краун-5 для растворения ионов натрия в органической фазе), либо обычный 31-4 растворитель, такой как ацетон, который имеет смешиваемость или растворимость как в органической, так и в полярной фазе. 30-5 Неорганические варианты включают 6-9 Аммиак и воду как обычный растворитель, который также иногда образуется как 1-15 побочный продукт в реакции.

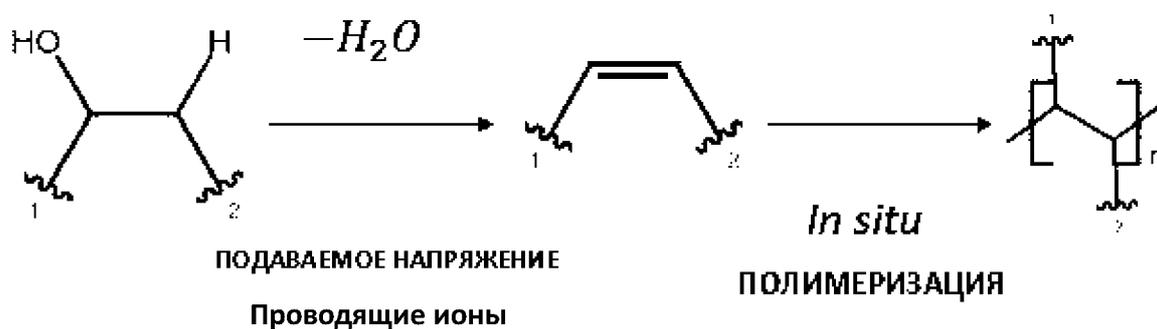
32-1 Добавки состоят из 1-13 Катализаторов, описанных на рисунке 32, классифицированных на 32-2 Окислительно-восстановительные и 32-3 Другие. Он может включать 32-2 Окислительно-восстановительный катализатор, в частности, электронный челнок, который работает, облегчая перенос электронов на окислительных и восстановительных стадиях реакции, например,

триариламины и пиридины. 32-3 Другие включают катализатор, который работает путем вмешательства в нередокс-стадии реакции, включают координационный 1-13 катализатор, такой как смесь тетрахлорида титана ( $TiCl_4$ ) и триэтилалюминия ( $Al(C_2H_5)_3$ ), который облегчает стадию распространения, обеспечивая место для молекулы мономера, чтобы собраться через координационную связь с переходным металлом. Хотя добавки 32-1 обычно представляют собой гомогенный катализатор в жидкой форме, в некоторых вариантах реализации он также может состоять из суспензии твердых катализаторов.

### 29-3 Спиртовая группа

Основной вариант - спирт в качестве исходного материала, что приводит к случаю дегидратации-полимеризации, где вода образуется в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 3.

Гомополимер



### Уравнение 3

Примеры включают следующие общие 1-8 полимеры, показанные в таблице 10:

Таблица 10 Общие примеры и исходные материалы

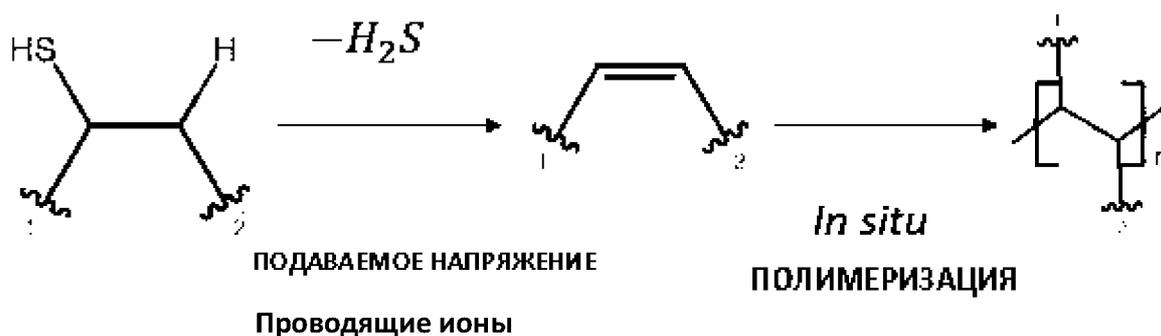
1	2	Продукция
H	H	Полиэтилен (ПЭ)
H	CH <sub>3</sub>	Полипропилен (PP)
H	Фениловая группа	Полистирол (PS)
H	ОН	Поливиниловый спирт (PVOH)

H	Cl	Поливинилхлорид (ПВХ)
H	Нитрил	Полиакрилонитрил (ПАН)
H	COOH	Полиакрилат (ПАК)
H	Винил	Полибутадиен (синтетический каучук)

### 29-4 Варианты: Сульфиды

Подобно реакции 29-3 спиртовой группы, сульфиды также могут реагировать электрохимически с образованием 7-3 аддитивного полимера, но с образованием сероводорода в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 4 и уравнении 5:

Гомо полимер



Уравнение 4

Ко-полимер

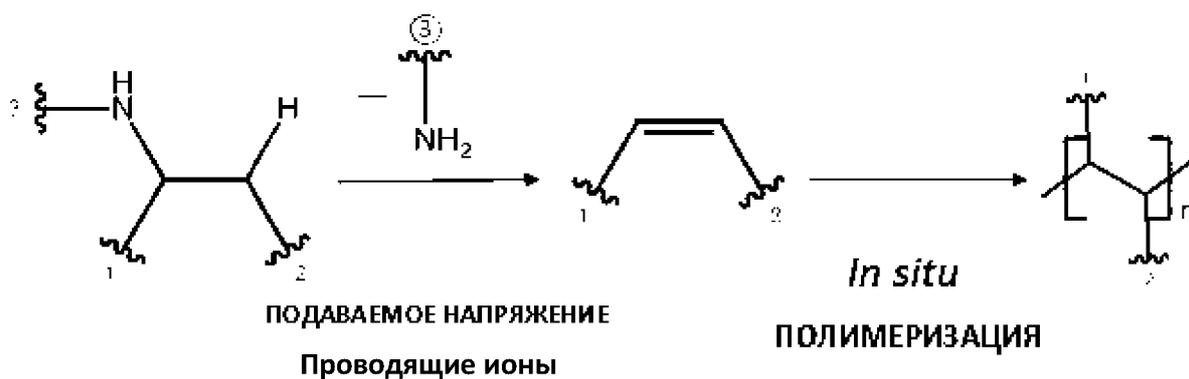


Уравнение 5

### 29-4 Варианты: Амины

Подобно реакции спирта и сульфида, амины также могут вступать в электрохимическую реакцию с образованием 7-3 аддитивного полимера, с образованием аминов в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 6 и уравнении 7:

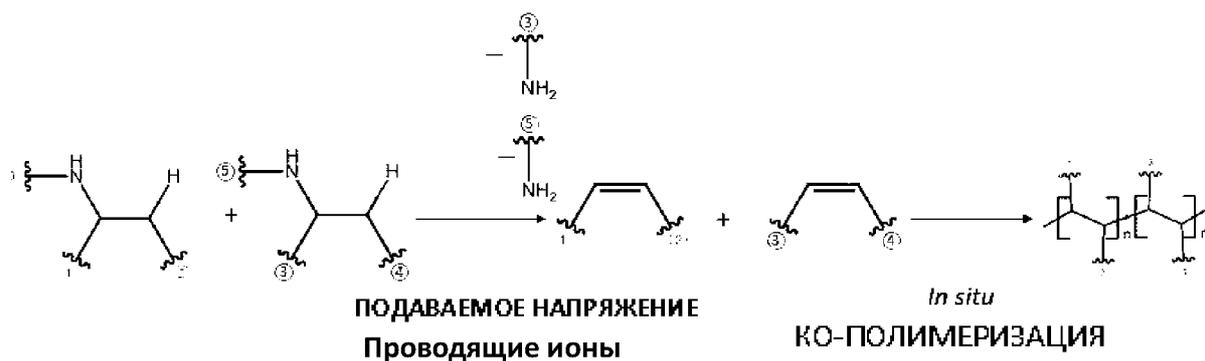
Гомополимер



Уравнение 6

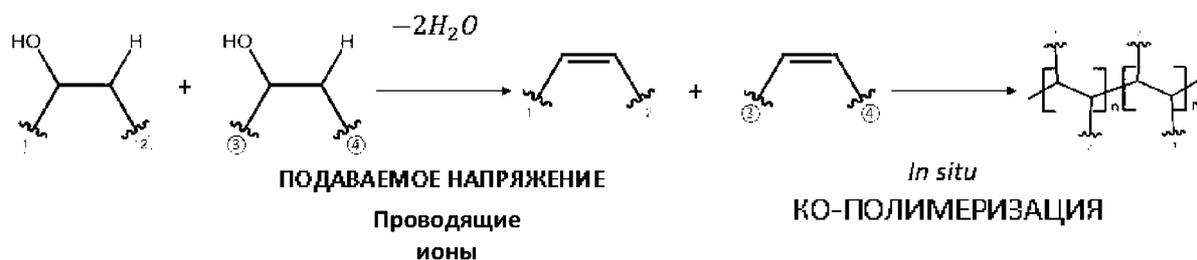
Обратите внимание, что если замещающая группа 3 выше является атомом водорода, то вместо амина образуется 6-9 аммиак.

Ко-полимер



Уравнение 7

## 29-2 Ко-полимер



Уравнение 8

Как упоминалось ранее, 29-2 сополимер может образоваться, если в системе 1-7 электролита присутствуют различные типы исходных спиртов, как показано в уравнении 8. Различные типы исходной группы, такие как спирт с сульфидом или амином, также приведут к аналогичному конечному продукту 29-2 Сополимер.

Некоторые примеры 29-2 сополимера приведены в таблице 11:

Таблица 11 Общие примеры сополимеров и исходные материалы

1	2	3	4	Продукция
H	H	H	Cl	винилхлорид-этиленовый пластик (VCE)
H	H	H	COOH	Пластик из этилен-акриловой кислоты (EAA)
H	Cl	H	OC=OCH <sub>3</sub>	Поливинилхлорид-ацетат (PVCA/VCVAC)
H	H	H	OH	Пластик из этиленвинилового спирта (EVOH)

Заметим также, что 29-2 сополимер может образоваться при наличии 3 или более типов исходных химических веществ, например, распространенной смолы акрилонитрил-бутадиен-стирола (АБС), типа ценного и широко используемого инженерного пластика согласно таблице 12:

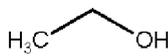
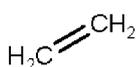
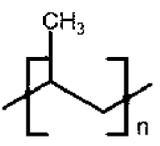
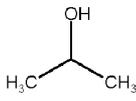
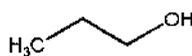
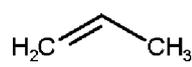
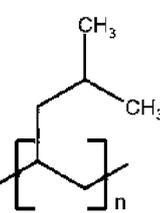
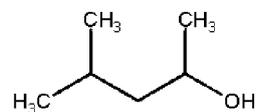
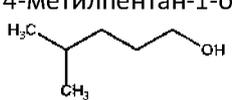
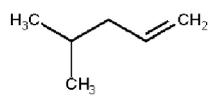
Таблица 12 Образец исходного материала для сложного 29-2 сополимера смолы ABS

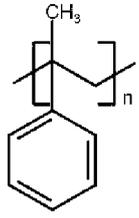
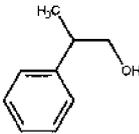
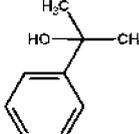
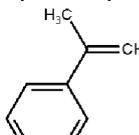
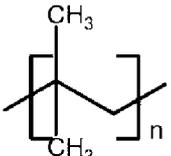
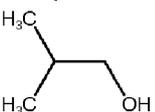
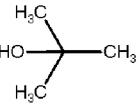
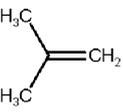
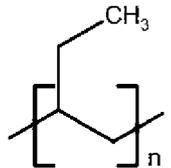
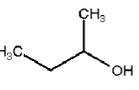
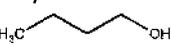
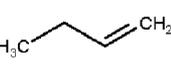
1	2	3	4	5	6	Продукция
H	Фенил	H	H	H	Нитрил	Акрилонитрил-бутадиен-стирол (ABS)

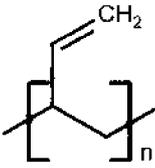
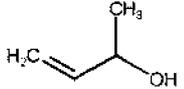
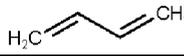
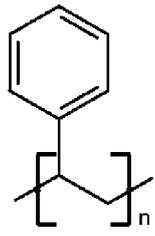
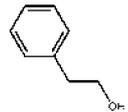
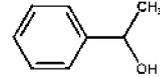
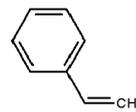
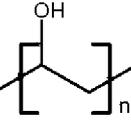
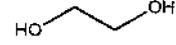
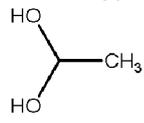
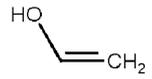
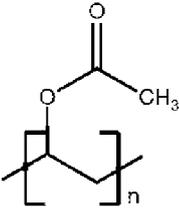
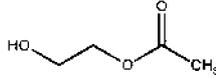
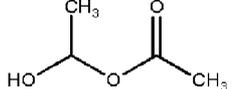
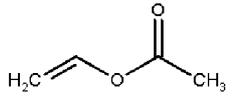
Обратите внимание, что порядок 29-2 сополимера для каждой единицы может быть произвольным.

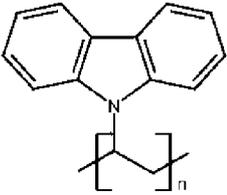
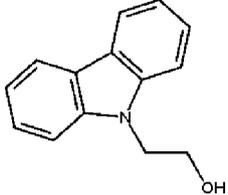
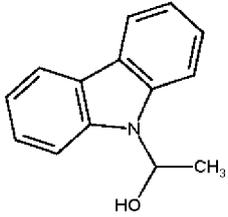
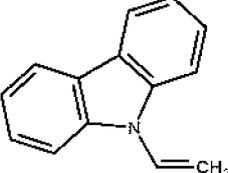
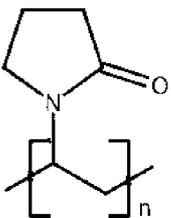
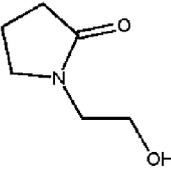
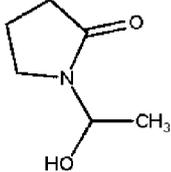
В следующей таблице 13 приведены более специфические реакции полимеризации с добавлением:

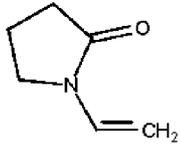
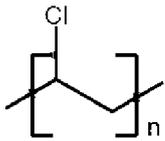
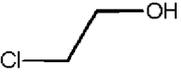
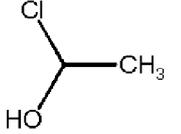
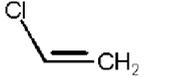
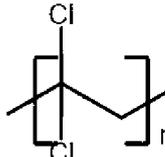
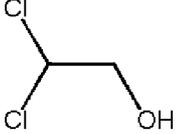
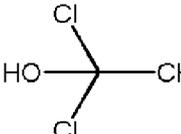
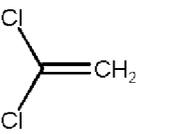
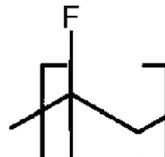
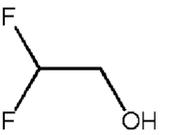
Таблица 13 Специфические реакции аддитивной полимеризации

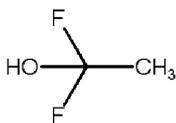
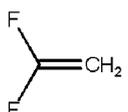
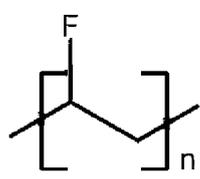
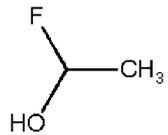
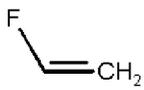
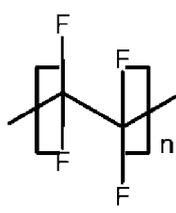
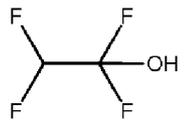
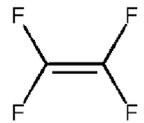
Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактивы	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
Алкил	PE Полиэтилен 	Этанол  Этен 	-
	PP Полипропилен 	Пропан-2-ол  н-пропанол  Пропена 	-
	PMP поли-4-метилпентен-1 	4-метилпентан-2-ол  4-метилпентан-1-ол  4-метилпент-1-ен 	-

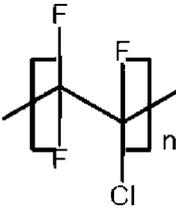
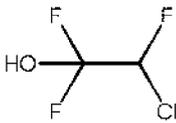
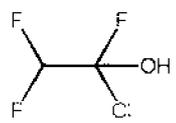
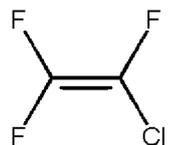
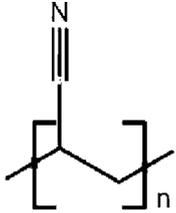
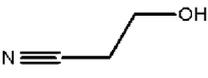
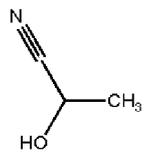
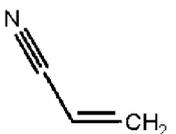
	<p>PMS Поли-<math>\alpha</math>-метилстирол</p> 	<p>2-фенил-1-пропанол</p>  <p>2-фенил-2-пропанол</p>  <p>2-фенилпропен</p> 	-
	<p>PIB полиизобутилен</p> 	<p>Изобутанол</p>  <p>Терт-бутанол</p>  <p>Изобутен</p> 	-
Термопластичные эластомеры (TPE)	<p>PB полибутен</p> 	<p>бутан-2-ол</p>  <p>н-бутанол</p>  <p>н-бутен</p> 	-
	<p>PBD 1,2-полибутадиен</p>	<p>3-Бутен-1-ол</p>  <p>3-Buten-2-ol</p>	-

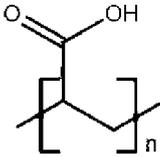
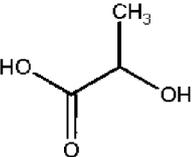
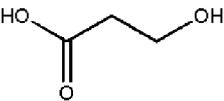
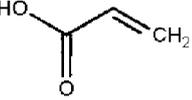
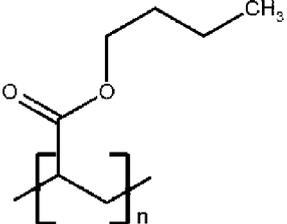
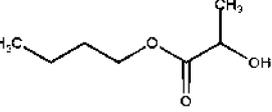
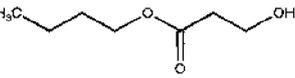
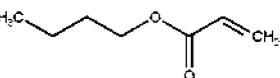
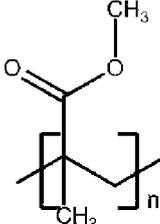
		 1,3-butadiene 	
Арил	PS Полистирол 	2-фенилэтанол  1-фенилэтанол  Фенилэтен 	-
	PVOH поли(виниловый спирт) 	Этилен гликоль  1,1-Этандиол  Этенол 	-
	PVA поли(винил ацетат) 	2-Гидроксиэтил ацетат  1- Гидроксиэтил ацетат  Винил-ацетат 	-

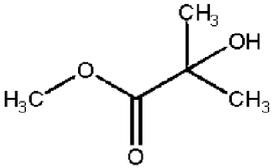
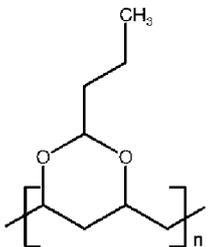
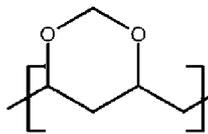
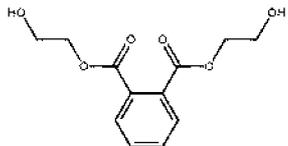
Атом азота	<p>PVK Поли-N-винилкарбазол</p> 	<p>Карбазол-9-этанол</p>  <p>Карбазол-9-этан-2-ол</p>  <p>Карбазол-9-этен</p> 	-
	<p>PVP Поли-N-винилпирролидин</p>  <p>Поливинилпирролидон (ПВП), также часто называемый поливидоном или повидоном</p>	<p>1-(2-гидроксиэтил)-2-пирролидон</p>  <p>1-(1-гидроксиэтил)-2-пирролидон</p> 	-

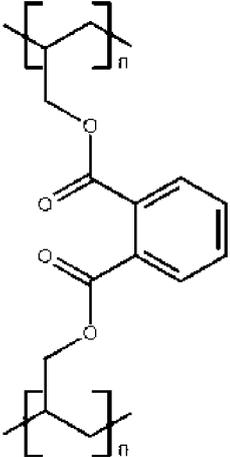
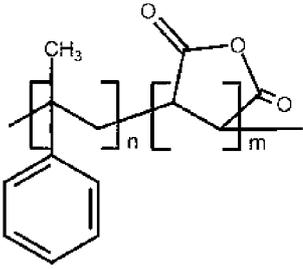
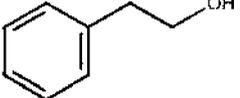
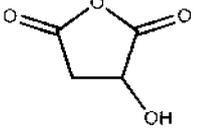
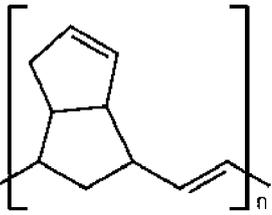
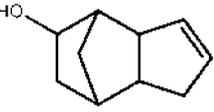
		1-(винил)-2-пирролидон 	
Галогенид	PVC Поливиниловый хлорид 	2-Хлорэтанол  1-хлорэтанол  Хлорэтен 	-
	PVDC поли(винилиден хлорид) 	2,2-Дихлорэтанол  1,1-Дихлорэтанол  1,1-дихлорэтен 	-
	PVDF поли(винилиден фторид) 	2,2-Дифторэтанол 	-

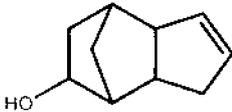
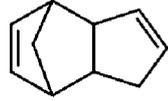
		<p>1,1-Дифторэтанол</p>  <p>1,1-дифторэтен</p> 	
	<p>PVF поли(виниловый фторид)</p> 	<p>2-фторэтанол</p>  <p>1-фторэтанол</p>  <p>Флуорэтен</p> 	-
	<p>PTFE политетрафторэтилен</p> 	<p>1,2,2,2-Тетрафторэтанол</p>  <p>Тетрафторэтен</p> 	-

	<p>PCTFE полихлортрифторэтилен</p> 	<p>2- хлоро 1,1,2- трифторэтанол</p>  <p>1- хлоро -1,2,2- трифторэтанол</p>  <p>Клоротрифлуорэтен</p> 	-
Акрилонитрил	<p>PAN полиакрилонитрил</p> 	<p>3- Гидроксипропионитрил</p>  <p>1- Гидроксипропионитрил</p>  <p>2- пропенитрил</p> 	-

Акрилат	<p>РАК полиакрилат</p>  <p>РАА - поли(акриловая кислота)</p>	<p>Лактановая кислота</p>  <p>3- Гидроксипропионовая кислота</p>  <p>Акриловая кислота</p> 	-
	<p>РВАК поли(бутил акрилат)</p> 	<p><i>n</i>- Бутил лактат</p>  <p>Бутил 3- гидроксипропаноат</p>  <p><i>n</i>- бутил акрилат</p> 	-
	<p>PMMA</p> 	<p>метил 2-гидрокси-2-метил-пропионат</p> <p>Метил 2-гидроксиизобутират</p> <p>Метил 2-метиллактат</p>	-

	PMMA поли(метил метакрилат)	 <p>Метил 3-гидрокси-2-метилпропаноат</p>  <p>Метилметакрилат</p>		
Дополнение (4 углеродная основа)	PVB поли(винил бутирал)		PVA Поливинил-ацетат	Бутиральдегид
	PVFM поли(винил формаль)		PVA Поливинил-ацетат	Формальдегид
Специальный	PDAP поли(диаллил фталат)		Di (гидроксипропил) фталат	-
				

			
	<p>SMAN Стирол-малеиновый ангидридный пластик</p>  <p>Стирол малеиновый ангидрид (SMA)</p>	<p>1- Фенилэтанол</p>  <p>Малеиновый ангидрид</p>  <p>2- гидроксисукциновый ангидрид</p> 	
<p>33-13 Полимеризация с раскрытием кольца (аналогично добавлению)</p>	<p>PDCPD полидихлопентадиен</p> 	<p>Трицикло [5.2.1.0<sup>2,6</sup>]dec- 4-en-8-ol</p>  <p>Трицикло [5.2.1.0<sup>2,6</sup>]dec- 3-en-8-ol</p>	

		 <p>НО</p> <p>Дициклопентадиен</p> 	
--	--	--	--

## Электрохимическое получение 7-4 конденсационного полимера

Как показано на рисунке 33, 7-4 Конденсационный полимер - это класс 1-8 полимеров, образующихся в результате конденсационной полимеризации как второй части 7-2 химии. Он включает, но не ограничивается этим:

- 33-2 Полиэфир (включая целлюлозу, фуран, фенольные и родственные смолы)
- 33-5 Полисульфид
- 33-6 Полиамин
- 33-8 Полиэфир
- 33-9 Полиамид
- 6-7 Поликарбонаты
- 33-10 Полиангидрид
- 33-11 Полиимид
- 33-12 Полиуретан
- 33-13 Раскрытие кольца
- 33-14 Гетероатомы: Полисилоксаны Полисульфон, Полифосфат, Полинитрат

Электрохимическое производство 7-4 Конденсационного полимера включает 33-1 Конденсацию и переэтерификацию. 33-1 Конденсация включает межмолекулярную элиминацию активных групп для соединения молекул вместе, в то время как переэтерификация включает более сложную элиминацию, часто с карбонильными группами.

### 33-1 Конденсация: 33-2 Полиэфир

Простейшей реакцией является электрохимическая 33-1 конденсация диола с образованием 33-2 полиэфира с образованием воды в качестве 1-15 побочного продукта, как показано в уравнении 9:

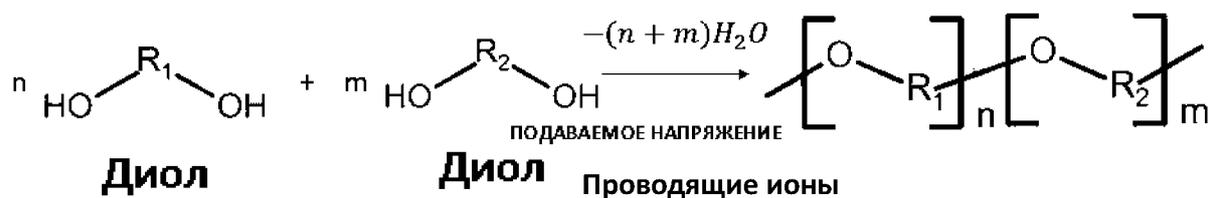
Гомополимер



Уравнение 9

Как и при производстве 7-3 аддитивных полимеров, сополимеризация между различными типами диолов возможна, если они присутствуют в одной системе, как показано в уравнении 10:

Кополимер

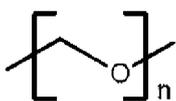
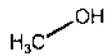
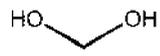
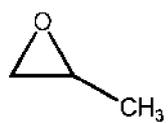


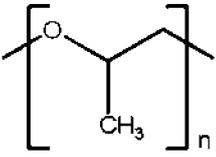
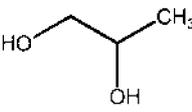
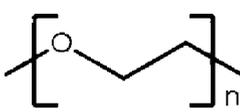
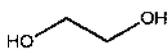
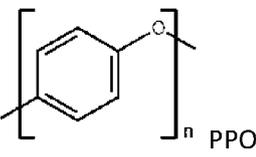
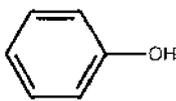
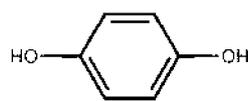
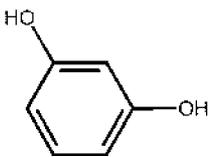
Уравнение 10

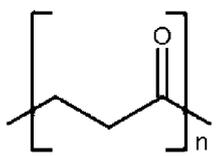
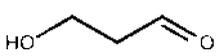
Обратите внимание, что порядок сополимера по каждой единице может быть произвольным.

Конкретные реакции, представляющие интерес, подробно описаны в таблице 14:

Таблица 14 Примеры полиэфиров 33-2

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-2 Полиэстер	Ацеталь (РОМ)  РОМ полиоксиметилен; полиацеталь; полиормальдегид	Метанол  Формальдегид $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ Метановое масло (Присутствие формальдегида в воде) Метилен гликоль 	
	РРОХ поли(оксид пропилена)	Оксид пропилена  Пропилен	

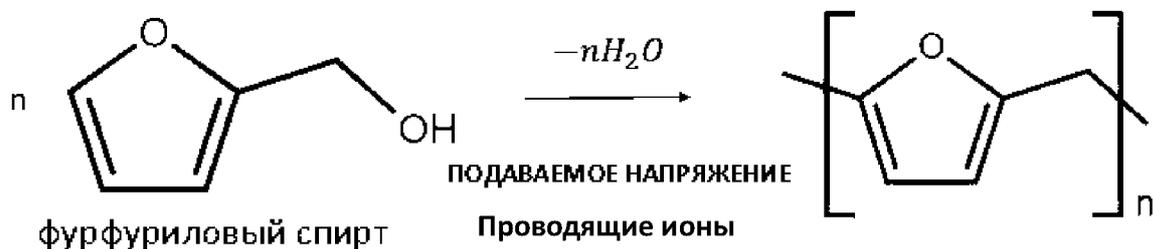
	 <p>Полипропилен гликоль</p>	<p>гликоль</p> 	
	<p>PEOX поли (оксид этилена)</p>  <p>Полиэтиленгликоль (ПЭГ), полиэтиленоксид (PEO) или полиоксиэтилен (POE)</p>	<p>Оксид этилена</p>  <p>Этилен гликоль</p> 	
	<p>PPE поли(фениленовый эфир)</p>  <p>PPO</p>	<p>Фенол</p>  <p>Гидрохинон</p>  <p>Или сополимеризация гидрохинона с резорцинолом</p> 	

	РК поликетон 	 Циклопропанон Рейтерин 3-гидроксипропаналь 	
--	---	---	--

### 33-1 Конденсация: 33-3 Моноалкоголь: Фурановые и фенольные смолы

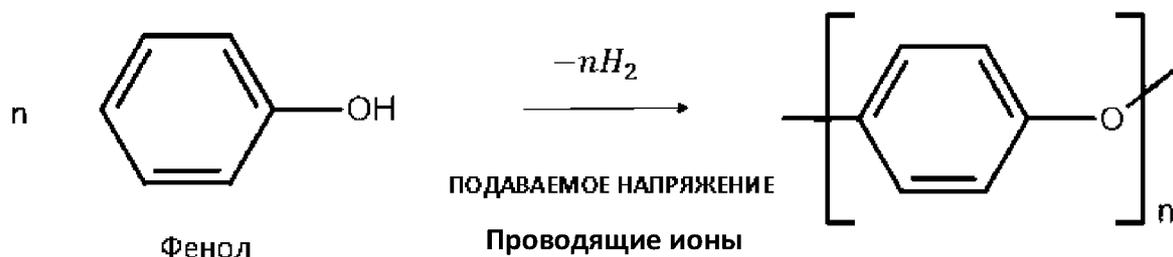
Когда углеродная основа представляет собой определенные циклические ароматические соединения, такие как фуран и фенол, 33-1 Конденсация все еще может происходить с одной спиртовой группой, как показано в уравнении 11 и уравнении 12. Конечным продуктом является либо 33-2 полиэфир, либо полиалкановые группы.

Фурановая смола



Уравнение 11

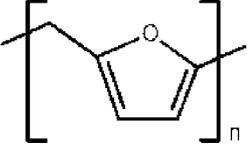
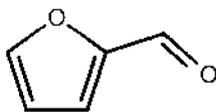
Фенольная смола



Уравнение 12

Обратите внимание, что в вышеуказанных случаях нет соседнего атома водорода для внутримолекулярной дегидратации/элиминирования, поэтому межмолекулярная реакция является единственной доступной реакцией. В таблице 15 описана реакция фурана и фенольной смолы, представляющая коммерческий интерес:

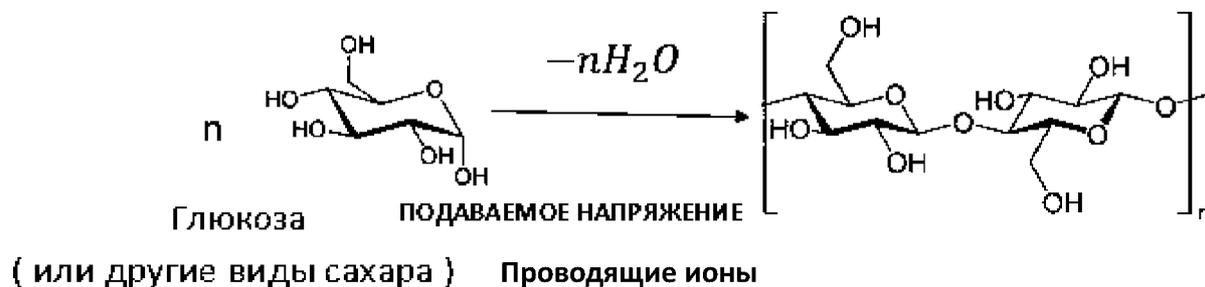
Таблица 15 Примеры фурана и фенольных смол

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
Конденсация (фуран)	FF Фуран-формальдегидная смола Фурфуральная смола  Полифурфурил	Фуран  Формальдегид $\text{H}_2\text{C}=\text{O}$ Фурфурол 	

### 33-1 Конденсация: 33-4 Целлюлоза

Примечательно, что углеродная основа может состоять из сахара или его производного, в этом случае конечный продукт образования 33-2 полиэфира фактически представляет собой смолу 33-4 целлюлозы, часто полезную для применения в качестве биоразлагаемого 1-8 полимера. Например, исходным материалом может быть глюкоза, как показано в уравнении 13:

Гомополимер



Уравнение 13

Аналогичная реакция применима для производных сахаров, таких как глюкоза с некоторыми -ОН группами, этерифицированными ацетатной группой, как показано в уравнении 14:

Производные: такие как 33-4 Ацетат целлюлозы



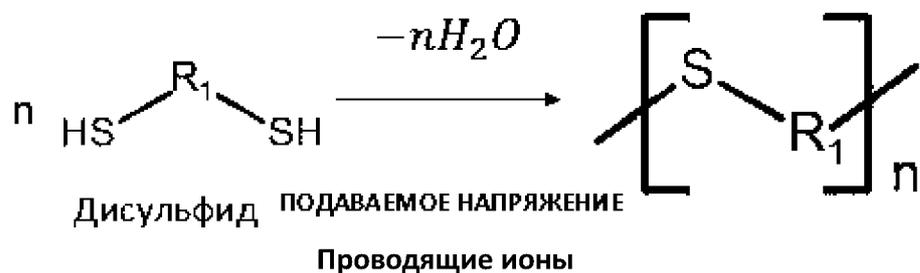
Уравнение 14

33-4 Сополимеры целлюлозы также возможны, если в ходе реакции в одной системе смешиваются различные сахара.

### 33-1 Конденсация : 33-5 Полисульфид

Подобно 33-2 полиэфиру, 33-5 полисульфиды могут быть получены электрохимическим путем из дисульфида, как показано в уравнении 15:

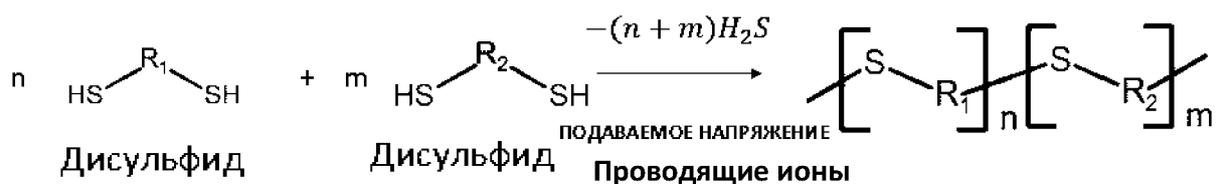
Гомополимер



Уравнение 15

Сополимеры также возможны, когда различные дисульфиды смешиваются в одной системе, как показано в уравнении 16:

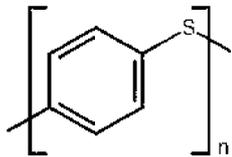
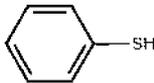
Кополимер



Уравнение 16

Примечательная реакция полисульфида описана в таблице 16:

Таблица 16 Примеры полисульфидов 33-5

Заместители ветви	1 8 Полимер P	1 6 Реактанты	
		68 1 Материал А	68-2 Материал В
33-5 Полисульфид	PPS поли (фенилен сульфид)  Полифенилен сульфид	Тиофенол 	-

### 33-1 Конденсация: 33-6 Полиамины

Подобно 33-2 полиэфирам и 33-5 полисульфидам, 33-6 полиамины могут быть получены электрохимическим путем из диамина, как показано в уравнении 17:

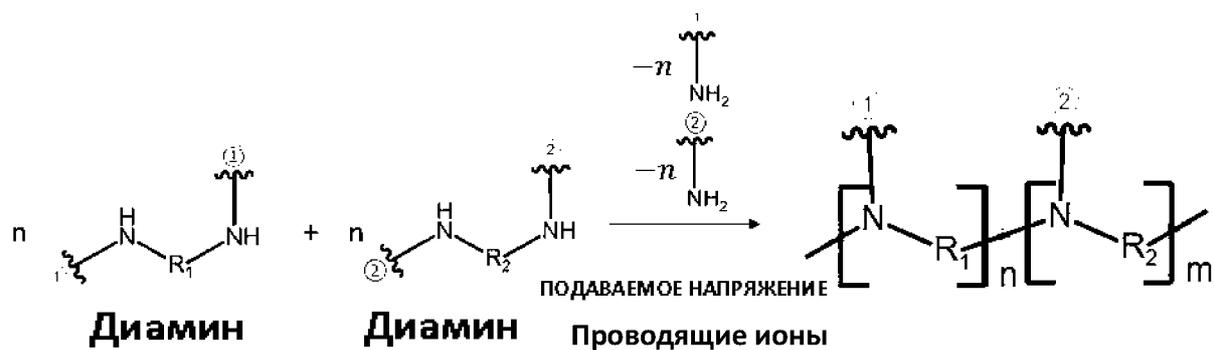
Гомополимер



Уравнение 17

Сополимеры могут быть получены при смешивании различных типов диаминов в одной системе, как показано в уравнении 18.

Кополимер



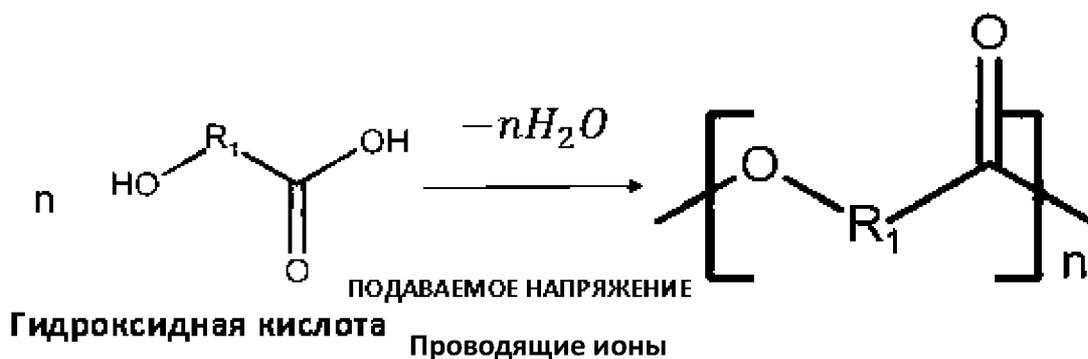
Уравнение 18

### 33-7 Переэтерификация: 33-8 Полиэфир

33-8 Полиэфир может быть получен в результате 33-7 Переэтерификации, которая в некотором смысле очень похожа на 33-1 Конденсацию. Самый простой вариант - это реакция между спиртом

и карбоксильной кислотной группой в одной молекуле гидроксильной кислоты, как показано в уравнении 19:

Гомополимер:

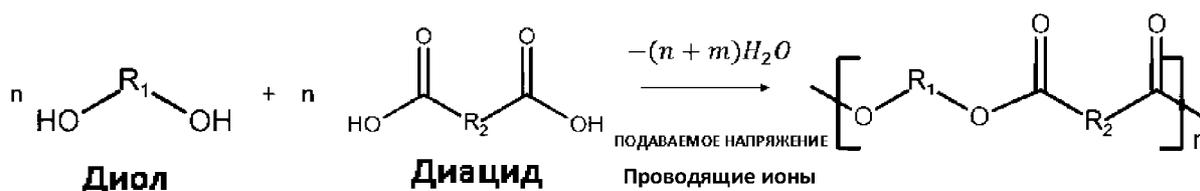


Уравнение 19

Обратите внимание, что реакция гидроксильной кислоты с образованием 33-8 полиэфира очень полезна для производства многих биоразлагаемых 1-8 полимеров, таких как полимолочная кислота из молочной кислоты и полиакрилат из акриловой кислоты.

Следующий вариант - реакция между спиртом и группами карбоновых кислот в различных молекулах, например, между диолом и диацидом, как показано в уравнении 20:

Регулярная эстерификация:

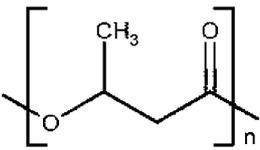
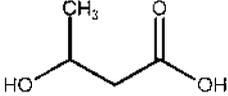
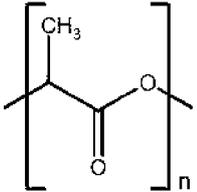
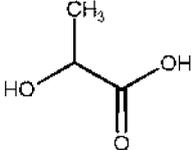
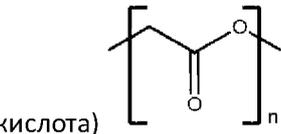
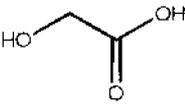
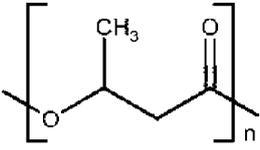
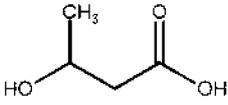
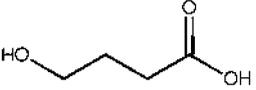


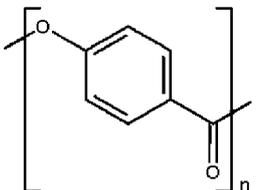
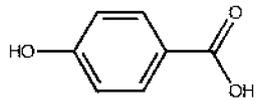
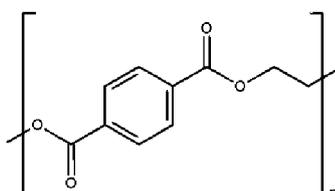
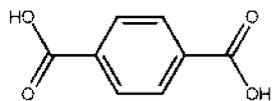
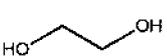
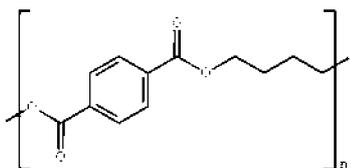
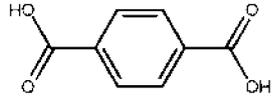
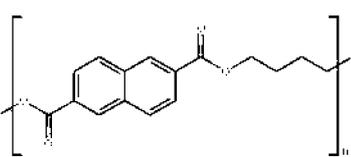
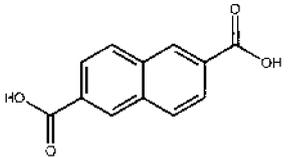
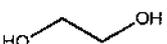
Уравнение 20

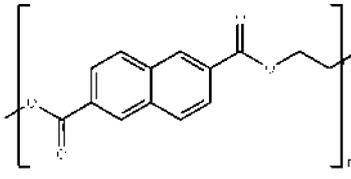
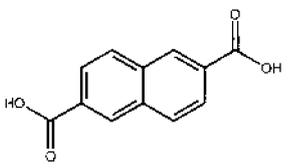
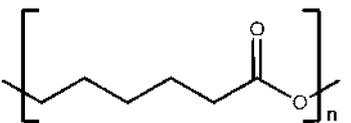
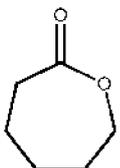
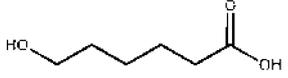
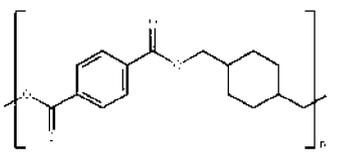
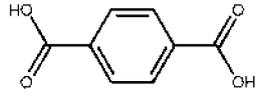
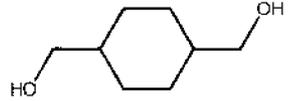
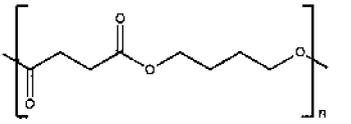
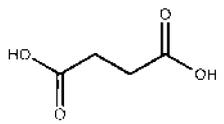
Конкретные реакции, относящиеся к классу полиэфира, подробно описаны в таблице 17:

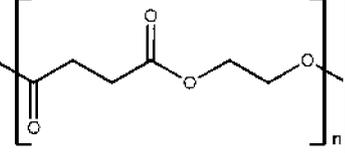
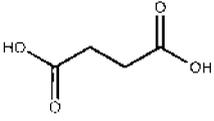
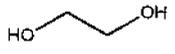
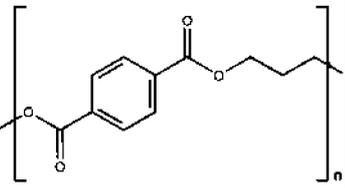
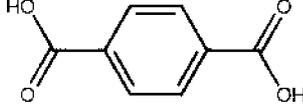
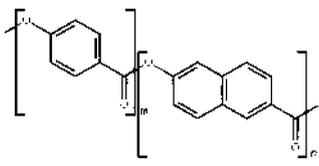
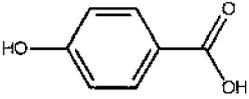
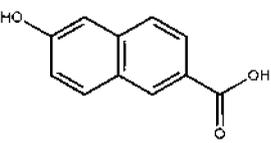
Таблица 17 Примеры полиэфира 33-8

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В

<p>33-8 Полиэфир Гомополимер (внутримолекулярная конденсация) Поликислота</p>	<p>PНВ полигидроксимасляная кислота или полигидроксibuтират</p>  <p>Тип полигидроксиалканоатов</p>	<p>3-гидроксимасляная кислота β-Гидроксимасляная кислота</p> 	-
	<p>PLA полимолочная кислота или полилактид</p> 	<p>Лактановая кислота</p> 	-
	<p>PGA поли(гликолевая кислота)</p> 	<p>Гликолевая кислота</p> 	-
	<p>PНA полигидроксиаланоиды или полигидроксиалканоаты</p> 	<p>2-гидроксипропаноиновая кислота</p>  <p>3-гидроксипропаноиновая кислота</p> 	

	<p>Полиарилат ПАР Поли-4-гидроксибензоат</p> 	<p>4-гидроксибензойная кислота</p> 	-
Регулярная конденсация	<p>РЕТ</p> 	<p>Терефталевая кислота</p> 	<p>Этилен гликоль</p> 
	<p>РВТ (полибутилен терефталат)</p> 	<p>Терефталевая кислота</p> 	<p>1,4-Бутандиол (ВД) Тетраметиленгликоль</p> 
	<p>РВН поли(бутилен-нафталат)</p> 	<p>Нафталин-2,6-дикарбоновая кислота</p> <p>2,6-Нафталиндикарбоновая кислота</p> 	<p>1,4-Бутандиол (ВД) Тетраметиленгликоль</p> 
	<p>Полиэтилен нафталат РЕН поли(этиленнафталат)</p>	<p>Нафталин-2,6-дикарбоновая кислота</p> <p>2,6-Нафталиндикарбоновая</p>	<p>Этилен гликоль</p> 

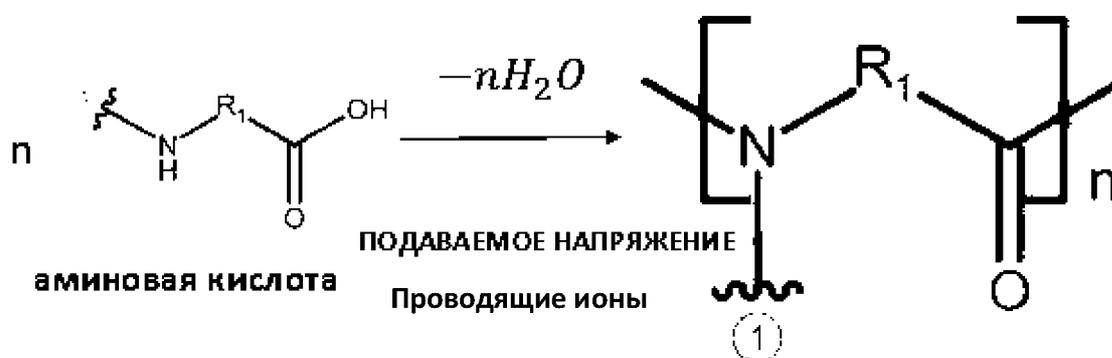
		<p>кислота</p> 	
	<p>PCL поликапролактон</p> 	<p>ε-капролактон</p>  <p>6-Гидроксигексановая кислота 6-Гидроксикапроевая кислота</p> 	
	<p>РСТ поли(циклонгексилен диметилентерефталат)</p>  <p>РССЕ поли(циклогекслиен диметилен циклогександикарбоксилат)</p>	<p>Терефталевая кислота 1,4-бензендикарбоновая кислота</p>  <p>1,4-Циклогександиметанол</p> 	
<p>PEC полиэфирный карбонат или поли(бутилен сукцинат/карбонат)</p>	<p>PBS полибутиленсукцинат</p> 	<p>Сукциновая кислота</p> 	<p>1,4 бутандиол Тетраметиленгликол</p> 

полиэфиркарбонат PEC			
	PES поли(этилен сукцинат) 	Сукциновая кислота 	Этилен гликоль 
	PTT поли(триметилен терефталин) 	Терефталевая кислота 	1,3 Пропандиол 
Разное	LCP Жидкокристаллический 1 8 полимер  Пример	4-гидроксибензойная кислота п-гидроксибензойная кислота (PHBA)  6-Гидрокси-2-нафтойная кислота 	

### 33-7 Переэтерификация: 33-9 Полиамид

33-9 Полиамид - это класс полезных 1-8 Полимерных материалов, он включает биологические белки и такие материалы, как нейлон и кевлар. По очень похожей схеме, как и 33-8 Полиэстер, он включает реакцию между амином и группами карбоновых кислот для получения продукта. Простейшим вариантом является полимеризация аминокислот, когда группы амина и карбоновой кислоты находятся в одной молекуле, как показано в уравнении 21:

Гомополимер:



Уравнение 21

Другой вариант - этерификация групп амина и карбоновой кислоты в разных молекулах, между диамином и диацидом, как показано в уравнении 22:

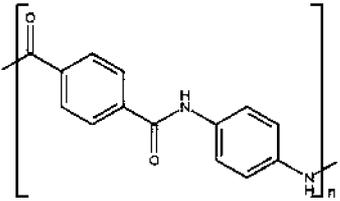
Обычная конденсация:



Уравнение 22

Реакция полиамида, представляющая интерес, описана в таблице 18:

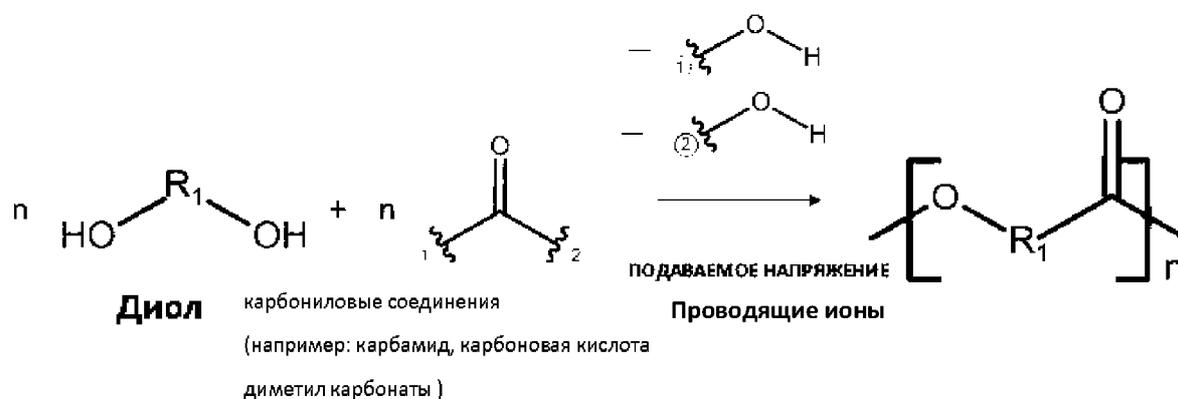
Таблица 18 Примеры полиамидов 33-9

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-9 Полиамиды (ПА)	Нейлон PARA поли(арил амид) ПАА 	Терефталевая кислота 	п-Фенилендиамин (PPD) 

### 33-7 Переэтерификация: 6-7 Поликарбонаты

6-7 Поликарбонаты также могут быть получены электрохимическим путем в результате реакции между диолом и карбонильными соединениями, как показано в уравнении 23. Это очень полезная реакция, поскольку карбонильные соединения могут включать (но не ограничиваться ими) 6-1 мочевины, которая в избытке является дешевой, но не сверхтоксичной, карбоновую кислоту, получаемую при секвестрации углекислого газа, и диметилкарбонаты, используемые в промышленности в качестве 5-3 товарных химикатов. Кроме того, в качестве 1-15 побочного продукта получают спирты, которые часто извлекаются в качестве полезного топлива или ценных 5-5 сырьевых химикатов.

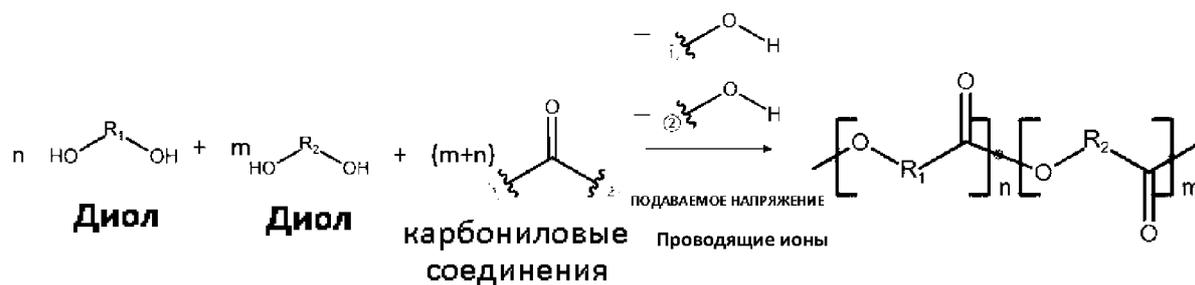
Гомополимер



Уравнение 23

При наличии различных диолов могут быть получены сополимерные карбонаты, как показано в уравнении 24:

Кополимер

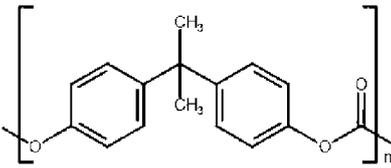
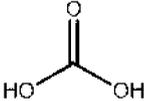
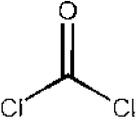


Уравнение 24

Реакция поликарбоната, представляющая интерес, описана в таблице 19:

Таблица 19 Примеры поликарбонатов 6-7

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
6-7 Поликарбонаты	ПК	Бис-фенол А (ВРА) 	6-1 Карбамид 

	<p>6-7 Поликарбонаты</p> 	<p>Карбоновая кислота</p>  <p>6-3 Фосген, или дигалогениды карбонила</p> 
--	--	---

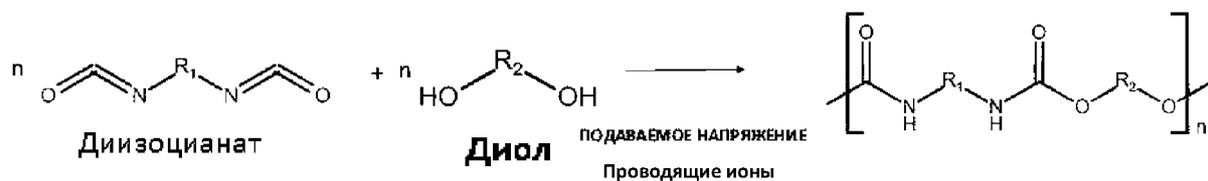
### 33-7 Переэтерификация: 33-10 Полиангидрид

33-10 Полиангидрид может быть получен электрохимическим путем из диацида и ангидрида кислоты, как показано в уравнении 25. Побочным продуктом является карбоновая кислота или ее производные.



Уравнение 25

33-7 Переэтерификация: 33-12 Полиуретан 33-12 Полиуретан может быть получен электрохимическим путем из реакции между диолом и диизоцианатом, как показано в уравнении 26.



Уравнение 26

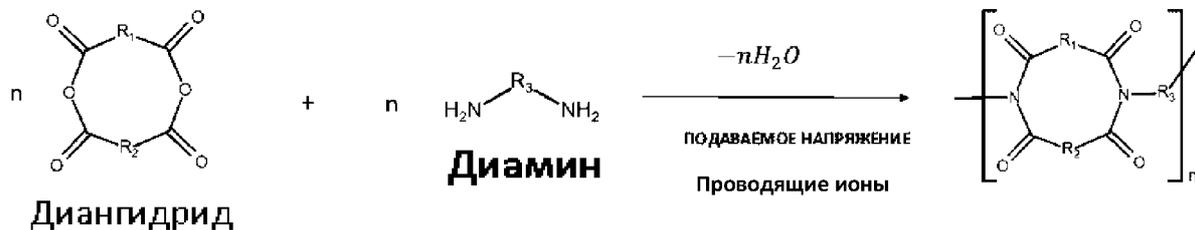
Конкретная реакция полиуретана, представляющая интерес, описана в таблице 20:

Таблица 20 Примеры полиуретанов 33-12

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-12 Полиуретан		4,4'- Метилден дифенил диизоцианат 	Этилен гликоль 

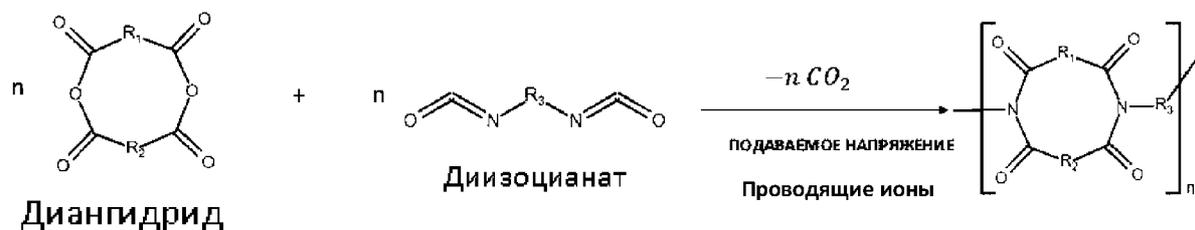
### 33-7 Переэтерификация: 33-11 Полиимид

33-11 Полиимид может быть получен в результате реакции диангирида и диамина или диангирида с диизоцианатом. Реакция диангидрид-диамин является более распространенной, поскольку диамин более распространен, как показано в уравнении 27:



Уравнение 27

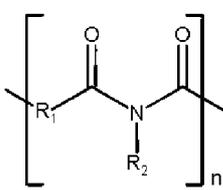
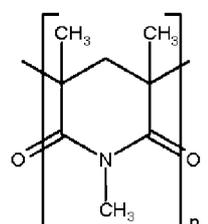
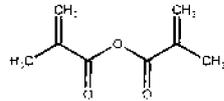
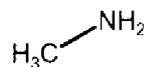
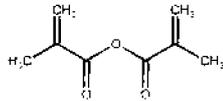
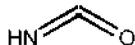
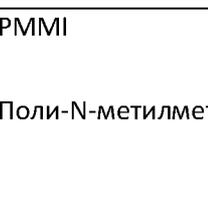
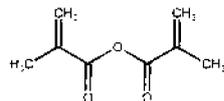
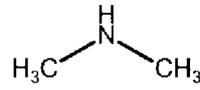
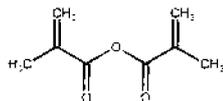
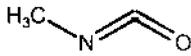
С другой стороны, в результате реакции диангидрид-диизоцианат образуется диоксид углерода, который может быть легко выделен в виде газа для 1-5 восстановления, как показано в уравнении 28.



Уравнение 28

Реакции полиимидов, представляющие интерес, более подробно описаны в таблице 21:

Таблица 21 Примеры полиимидов 33-11

Заместители ветви	1-8 Полимер P	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
PI 33-11 Полиимид 	PMI Полиметакрилид 	Метакриловый ангидрид   Метиламин 	Метакриловый ангидрид   Изоциановая кислота 
	PMMI Поли-N-метилметакрилид 	Метакриловый ангидрид   Диметиламин 	Метакриловый ангидрид   Метил изоцианат 

### 33-7 Переэтерификация: 33-13 Раскрытие кольца

Реакция раскрытия кольца является полезным способом получения 1-8 полимера из циклических соединений, как показано в уравнении 29. Циклические соединения часто представляют собой гетероатомные кольца, содержащие такие группы, как карбонил (C=O), карбонат, эфир, эстер, амин, амид, сульфид или другие группы с атомами, отличными от атома углерода.

Q может быть любой из:

- Карбонил
- Карбонат
- Эфир
- Эстер
- Амина



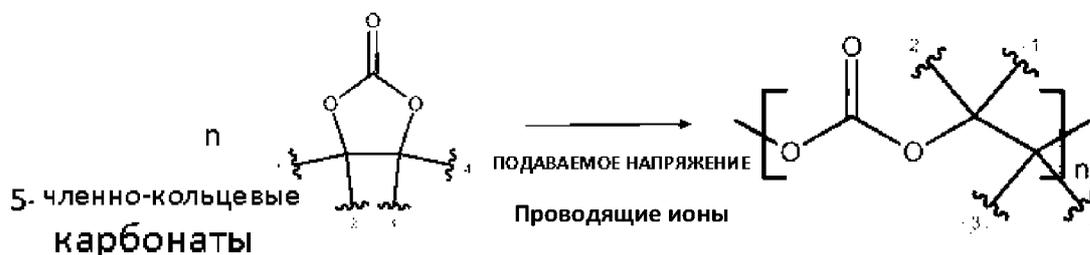
Гетероатом

Циклические соединения

Уравнение 29

Обратите внимание, что хотя уравнение началось с самого короткого из возможных колец, которым является треугольное кольцо, кольцо может быть больше за счет использования более крупных колец. В некоторых вариантах осуществления, полученный полимер 1-8 включает углеродные основы. Некоторые яркие примеры включают 33-13 раскрытие колец циклических карбонатов, которые являются основной частью производства 6-7 поликарбонатов, как показано в уравнении 30 и уравнении 31:

Примеры: Циклические карбонаты



Уравнение 30

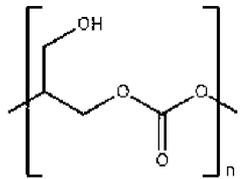
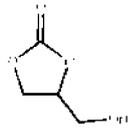
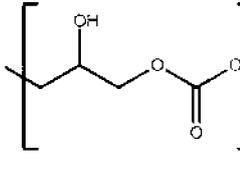
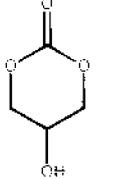


Уравнение 31

Реакция кольцевой полимеризации, представляющая интерес, подробно описана в таблице 22:

Таблица 22 Примеры полимеризации с кольцевым открытием

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
Открытие кольца	Сополимер диоксида углерода и пропилена РРС  Полипропилен 1,2 карбонат (РРС)	Пропилен 1,2 карбонат 	-
	Полипропилен 1,3 карбонат 	Пропилен 1,3 карбонат 	
	Полиэтиленкарбонат (РЕС) 	Этилен карбонат 	

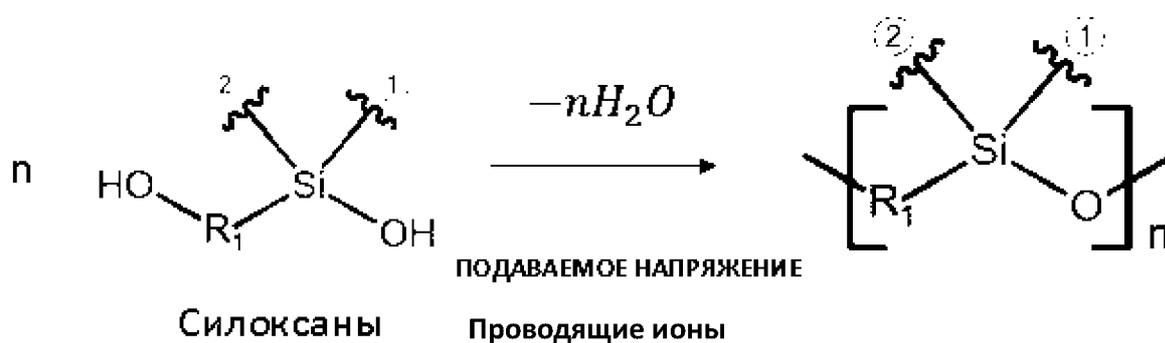
	Полиглицерин 1,2 карбонат 	Глицерин 1,2 карбонат 	-
	Полиглицерин 1,3 карбонат 	Глицерин 1,3 карбонат 	

**33-7 Переэтерификация – 33-14 Гетероатомы: Полисилоксаны Полисульфон, Полифосфат, Полинитрат**

Конденсация 33-1 и/или переэтерификация 33-7 также работает, если соседний атом является 33-14 гетероатомом: Полисилоксаны Полисульфон, полифосфат, полинитрат вместо атома углерода.

Например, силоксаны могут подвергаться 33-1 конденсации (аналогично 33-2 полиэфиру) с образованием 33-15 полисилоксанов, как показано в уравнении 32:

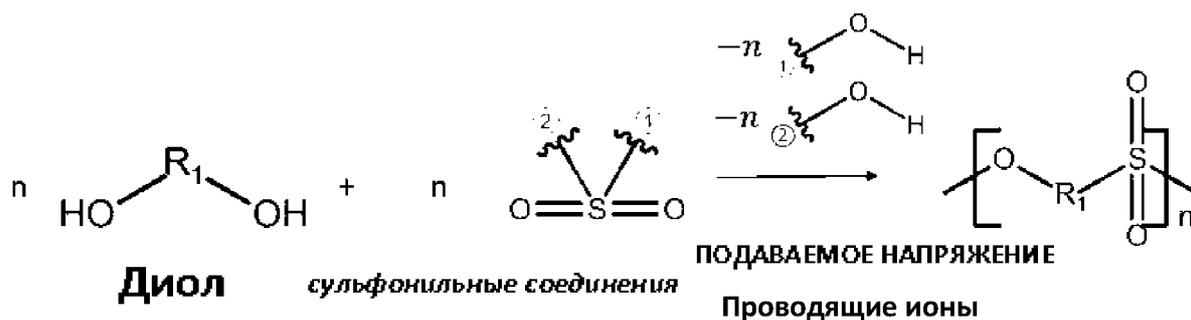
33-15 Полисилоксаны



Уравнение 32

В качестве другого примера, диол может подвергаться 33-7 переэтерификации с сульфонильными соединениями (подобно карбонильным соединениям) с образованием 33-16 полисульфонов, как показано в уравнении 33.

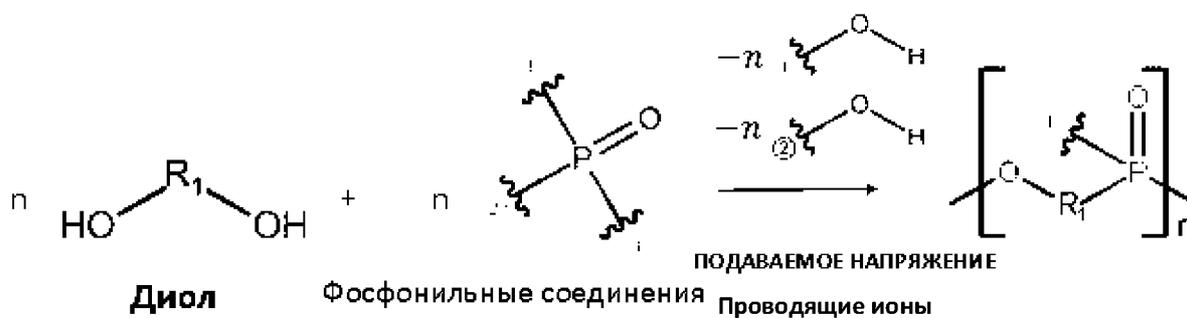
33-16 Полисульфоны



Уравнение 33

Полифосфонаты также возможны, если гетероатомом является фосфор, как показано в уравнении 34:

Полифосфонаты



Уравнение 34

Другие возможные варианты включают, в частности, полинитрат. Гетероатомные варианты, представляющие интерес, приведены в таблице 23:

Таблица 23 Примеры 33-14 гетероатомов: Полисилоксаны Полисульфон, полифосфат, полинитратные полимеризации

Заместители ветви	1-8 Полимер Р	1-6 Реактанты	
		68-1 Материал А	68-2 Материал В
33-16 Полисульфон	Полисульфон PSU 	Бисфенол S Бис(4-гидроксифенил) сульфон 	2,2-Бис(4-гидроксифенил) пропан 
Полиарилсульфон (PSU)	PPSU поли(фениленсульфон) 	Бис(4-гидроксифенил) сульфон 	4,4'-Бифенол 
33-15 Полисилоксаны	Силиконовый пластик SI 	Диметилсилане диол 	-
Полиарилфосфонат	BHDB-полифосфонат 	4,4'- бисгидроксидезоксибен зоин (BHDB) 	Фенилфосфонова кислота 

## Химический процесс 7-5

Как показано на рисунке 34, процесс 7-5 включает в себя 34-1 концепцию, 34-2 ликвидацию последствий, 34-3 модернизацию, 34-4 утилизацию отходов и, наконец, 34-5 блок-схему.

### *34-1 Концепция*

Первый вариант электрохимического 1-8 производства полимеров 5-1 eIerGreen Процесс, показанный на рисунке 35, очень похож на традиционный 7-5 процесс, но вместо него 1-2 традиционный реактор, требующий значительного 1-11 тепла, 1-12 давления и 1-13 катализатора, заменен 35-1 электрохимическим реактором, использующим 3-1 электричество и 6 6 проводящие ионы. Хотя 1-11 тепла и 1-12 давления обычно не требуется, они все же могут быть добавлены в 35-1 электрохимический реактор по мере необходимости в зависимости от типа реакции, и даже в этом случае часто с существенно более низкой температурой и 1-12 давлением, чем в традиционном 7-5 процессе.

Общий вариант, Вариант 1, может быть использован, когда побочный продукт 1-15 является ценным, но вредным при 36-1 сбросе в окружающую среду, например, амины и спирты. В этом случае для извлечения ценных (хотя и вредных при попадании в окружающую среду) 5-5 исходных химических веществ для продажи вместо сброса/захоронения используется установка регенерации, которая обходится дороже более сложного 7-5 процесса.

### *34-2 Ликвидация рекуперации*

Другой вариант, вариант 2, показанный на рисунке 36, является более простым случаем, чем вариант 1, в котором побочный продукт 1-15 не восстанавливается и просто сбрасывается в 36-1 Сброс. Это может быть использовано, когда побочный продукт 1-15 не является ни вредным, ни ценным, например, вода во многих случаях реакции. Это позволяет еще больше снизить стоимость за счет отказа от регенерации 1-5, которая влечет за собой капитальные и эксплуатационные расходы.

### *34-3 Модернизация*

В то время как многие другие экологичные 7-5 процессы предполагают перестройку всего 7-5 процесса, новый электрохимический 1-8 процесс производства полимеров 5-1 eIerGreen Процесс

редполагает замену основного 1-2 традиционного реактора на 35-1 электрохимический реактор, при этом сохраняя (если не внося минимальные изменения) дополнительные рабочие узлы или существующие промышленные стандарты, как показано на рисунке 37.

Совместимость с обычной системой позволяет приобрести обычную установку и просто переоборудовать 1-2 обычных реактора в 35-1 электрохимический реактор, в отличие от строительства совершенно другого химического завода с нуля. В результате можно избежать подводных камней, связанных с превышением бюджета, как во многих "зеленых технологиях", а приобретение обычной установки также позволяет значительно сократить время реализации проекта, кроме того, обеспечивая поток доходов для обслуживания облигаций/кредитов, использованных для приобретения, а также используя установленную долю рынка, поскольку продукция после реконструкции остается той же самой, только значительно дешевле.

Способ 34-3 модернизации заключается в установке 35-1 электрохимического реактора в качестве 37-1 байпаса в систему 1-2 обычного реактора. Это может быть достигнуто путем строительства электрохимического реактора 35-1 на месте, подключения параллельных трубопроводов системы 37-1 Байпас в качестве альтернативы, устранения неисправностей в альтернативной системе и, наконец, вывода из эксплуатации обычной системы.

В целях 34-3 модернизации была также разработана новая установка для дистилляционной колонны, позволяющая переключать растворитель в верхней части дистилляционной колонны на растворитель в нижней части с помощью простого соединения 7-6 трубопроводов и переключающих клапанов.

#### ***34-4 Утилизация отходов***

Другой вариант, включающий добавление блока 34-4 управления отходами, показан на рисунке 38. Для управления отходами 34-4 потребуется оборудование для извлечения отходов 38-1. Простым вариантом является установка оборудования 38-1 для извлечения отходов выше по течению для извлечения активных ингредиентов (которые обычно являются веществами, делающими химические отходы 5-2 токсичными) из химических отходов 5-2. В качестве альтернативы, извлечение отходов 38-1 может быть отдельным химическим 7-5 процессом, даже на другом заводе, а выделенный активный ингредиент доставляется на предприятие по производству полимеров 1-8 и хранится в обычном резервуаре для хранения материалов.

Оборудование для извлечения отходов 38-1 состоит из обычного оборудования для разделения 7 5 процессов, включая, помимо прочего, экстрактор растворителя и дистилляционную колонну, хотя точный тип и спецификация используемого оборудования для извлечения отходов 38-1 зависит от интересующих 5-2 химических отходов и активного ингредиента в каждом конкретном случае химической инженерии.

Для иллюстрации 34-1 концепции можно привести пример 38-1 Извлечение отходов этиленгликоля из осадка краски и отработанного антифриза 34-4 Управление отходами.

Этиленгликоль вызывает неврологические повреждения, рвоту и смерть при попадании в организм, а также представляет опасность для окружающей среды, когда его сбрасывают вместе с лакокрасочным шламом и отработанным антифризом. Однако сам этиленгликоль, будучи сконцентрированным в промышленном виде, является материалом для производства поли этиленгликоля (промышленного и медицинского назначения), а также представляет интерес для химической промышленности и может быть легко продан за деньги. Этиленгликоль можно выделить из осадка краски с помощью дистилляционной колонны или других процессов разделения, таких как мембранная фильтрация. Для интеграции такого 34-4 управления отходами в 1-8 процесс производства полимеров 7-5 оборудование для разделения вместе с 5-2 резервуаром для хранения химических отходов может быть установлено выше по течению, перед резервуаром для хранения, для непрерывной изоляции этиленгликоля, который будет храниться в резервуарах для хранения материалов. В качестве альтернативы, система 34-4 управления отходами может быть реализована на другом объекте (может быть тем же владельцем или принадлежать другому субъекту, включая, но не ограничиваясь, поставщика и клиента 34-4 управления отходами), предназначенном для установки 34-4 управления отходами, и изолированный этиленгликоль может быть отправлен грузовиком с химикатами на участок полимерного 7-5 способ

### ***34-5 Блок-схема потока***

Как показано на рисунке 39, общий процесс 7-5 состоит из нескольких блоков: Материалы, 1-1 Подготовка, Синтез, 1-3 Разделение твердых веществ, 1-4 Переработка и 1-5 Регенерация.

**Материалы:**

Блок материалов состоит из 1-6 резервуаров для реактивов, резервуара подачи А, в то время как возможны другие 1-6 реактивы, такие как резервуар подачи В или даже резервуары подачи С, D, E, F. 68-1 Материал А обычно поставляется автоцистерной с химикатами на вход, обычно, но не обязательно, в верхней части резервуара подачи А. Резервуар подачи А имеет слив, обычно в нижней части, для слива из резервуара для таких целей, как 59-3 Техническое обслуживание, очистка и вывод из эксплуатации. 68-1 Материал А выходит из питательного резервуара А через выпускное отверстие, обычно, но не обязательно, расположенное внизу, в смесительный резервуар.

В некоторых вариантах реализации для реакции полимеризации, включающей более одного мономера, необходимы другие материалы, что оправдывает необходимость в других питающих резервуарах параллельно с питающим резервуаром А. В случае материала 68-2 Материал В обычно поставляется из другой автоцистерны с химикатами во входное отверстие, обычно, но не обязательно, в верхней части питающего резервуара В. Питающий резервуар В, как и питающий резервуар А, имеет слив, обычно в нижней части, для слива резервуара в таких целях, как обслуживание, очистка и вывод из эксплуатации. 68-2 Материал В выходит из питательного резервуара В через выпускное отверстие, обычно, но не обязательно, расположенное на дне, в смесительный резервуар. Если необходимы другие материалы, такие как материалы С, D, E, F и т.д., особенно для сополимеризации, то резервуары подачи С, D, E, F и т.д. будут добавляться параллельно, аналогично параллельному добавлению резервуара подачи В.

#### **1-1 Подготовка:**

1-1 Подготовка состоит из смесительного бака, нагревателя и насоса. В смесительном баке смешиваются 1-6 реактивы, материалы А и В, а также С, D, E, F и так далее, если применимо, с 1-7 электролитом, который состоит из непрореагировавших 68-1 материалов А и В, а также С, D, E, F и так далее, если применимо, 6-6 проводящих ионов (таких как 68 З растворенная соль), и, если применимо, 32-1 добавок и 31-1 растворителя. Смеситель состоит из перемешивания, обычно, но не ограничиваясь этим, механическим способом с помощью перемешивающей лопасти, приводимой в движение двигателем или мотором. В некоторых вариантах осуществления двигатель или мотор не обязательно должен быть физически соединен с лопастью валом, вместо этого он может вызывать движение лопасти посредством косвенного воздействия, например, магнитного поля, аналогичного магнитной мешалке 68-5, в некоторых случаях изменение

магнитного поля может быть вызвано системой индукторов, так что не требуется даже двигатель/мотор. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться без механического метода двигателя или мотора, например, с помощью ультразвука для вибрации молекул, или с помощью множества углов и барьеров для создания турбулентности в статическом смесителе для равномерного перемешивания видов, или путем подачи газа в жидкую фазу для вызывания перемешивания.

Смешанный электролит 1-7, состоящий из материала 68-1 А и материалов 68-2 В, С, D, E, F, растворителя/68-3 растворенной соли, а также добавок 32-1 и растворителя 31-1, если это применимо, затем выходит из смесителя через выпускное отверстие, обычно, но не обязательно, расположенное в нижней части смесительного бака. Затем он нагревается с помощью нагревателя и подается в насосы/компрессор 40-3. В некоторых вариантах реализации нагреватель может быть заменен другими средствами нагрева, такими как теплообменник, который нагревает поток посредством кондукции и конвекции с другой жидкостью с более высокой температурой, обычно, но не ограничиваясь этим, горячим паром, горячей водой или печным топливом. В некоторых вариантах реализации, когда требуется охлаждение, нагреватель может быть заменен охлаждающим устройством. В некоторых вариантах реализации, где не требуется ни нагрев, ни охлаждение электролита 1-7, нагреватель и/или охлаждающее устройство можно исключить.

Затем электролит 1-7 поступает в насос/компрессор 40-3 для повышения давления жидкости 1-12 до уровня, необходимого для последующей химической реакции. Хотя обычно используется компрессор, он может быть заменен насосом, например, центробежным насосом, для снижения затрат, когда необходимое давление 1-12 не является высоким. В некоторых вариантах реализации насосы/компрессор 40-3 могут поменять положение с блоком нагрева/охлаждения, расположенным выше по потоку, то есть насосы/компрессор 40-3 могут быть размещены перед нагревателем, а не по умолчанию, когда нагреватель расположен перед насосами/компрессором 40-3. В некоторых вариантах реализации, где давление 1-12 не задействовано, блок 40-3 насосов/компрессора может быть исключен. Смесь с соответствующей температурой и давлением 1-12 впоследствии поступает в блок синтеза.

**Синтез:**

Блок "Синтез" начинается с переключающего клапана, направляющего электролит 1-7 по двум возможным путям:

а. Обычный вариант

Затем электролит 1-7 поступает в обычный реактор 1-2 с регулируемой температурой и давлением 1-12, где реактивы 1-6 в смеси вступают в реакцию с образованием полимера 1-8, обычно в виде суспензии в смеси, и побочного химического продукта 1-15. В зависимости от конкретных технологических потребностей обычный реактор 1-2 может быть оснащен рубашкой для нагрева/охлаждения жидкости или теплоизоляцией для контроля температуры и безопасности, а также усиленными/укрепленными стенками обычного реактора 1-2 и/или предохранительным клапаном или разрывной мембраной для обеспечения безопасности при давлении 1-12. Обычный реактор 1-2 может включать перемешивание лопастями, приводимыми в движение двигателем/мотором. В некоторых вариантах осуществления механическая передача может не включать прямой контакт с валом, вместо этого может быть бесконтактное воздействие, такое как магнитное поле для 68-5 магнитного перемешивающего стержня. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться за счет изменения магнитного поля системой индукторов, а не магнитом, закрепленным на двигателе/моторе. В некоторых вариантах реализации перемешивание может быть вызвано немеханическим способом, например, ультразвуком для вибрации молекул или множеством углов/препятствий для создания турбулентности в потоке. В некоторых вариантах осуществления отсутствие перемешивания может быть полезным для эффективности реакции за счет уменьшения разбавления реактивов 1-6, для этого вместо них используется пробочный поток 1-2 обычного реактора.

Отработанный электролит 1-14 с полимером 1-8 и побочным продуктом 1-15 затем поступает на фильтр для отделения полимера 1-8 от смеси. В некоторых вариантах осуществления фильтр может быть заменен другим средством разделения твердой и жидкой фаз, например, циклоном. Твердый полимер 1-8 выходит из фильтра или блока разделения твердой и жидкой фаз и проходит через переключающий клапан, который сливается с электрохимическим путем в блок 1-3 разделения твердой фазы. Жидкая фаза 1-14 Отработанного электролита, содержащая побочный химикат 1-15, выходит из фильтра или блока разделения твердой и жидкой фаз через другой выход и проходит через другой переключающий клапан, который сливается с электрохимическим трактом.

б. Электрохимический вариант

Электрохимический путь состоит из нового электрохимического реактора 35-1, в котором 1-6 реактантов в смеси вступают в реакцию с образованием 1-8 полимера и 1-15 побочного продукта. Электрохимический реактор 35-1 поставляется с регулируемым рабочим током, 6-5 приложенным напряжением, положением лопастей, скоростью вращения электродов, а также, если применимо, температурой и 1-12 давлением. В зависимости от конкретных 7-5 технологических потребностей, электрохимический реактор 35-1 может поставляться с рубашкой для нагрева/охлаждения жидкости или теплоизоляцией для контроля температуры 7-7 и безопасности, а также усиленными/укрепленными стенками 9-20 сосуда и/или предохранительным клапаном или разрывной мембраной для обеспечения безопасности 1-12 давления. Хотя перемешивание обеспечивается по умолчанию для 35-1 Электрохимического реактора посредством относительного движения электрода относительно 1-7 электролита, 35-1 Электрохимический реактор может включать перемешивание лопастями, приводимыми в движение двигателем/мотором. В некоторых вариантах осуществления механическая передача может не включать прямой контакт с валом, вместо этого может быть бесконтактное воздействие, такое как магнитное поле для 68-5 магнитной мешалки. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться за счет изменения магнитного поля системой индукторов, а не магнитом, закрепленным на двигателе/моторе. В некоторых вариантах реализации перемешивание может быть вызвано немеханическим способом, например, ультразвуком для вибрации молекул или множеством углов/препятствий для создания турбулентности в потоке. В некоторых вариантах осуществления отсутствие перемешивания может быть полезно для эффективности реакции за счет снижения разбавления 1-6 реактивов, для этого вместо него используется электрохимический реактор 35-1 с пробочным потоком. В зависимости от конкретных потребностей процесса на электрохимический реактор 35-1 может быть установлен газоотвод 9-17, особенно специализированный газоотвод 9-17, разработанный для этой цели, описанный ранее, может быть использован для удаления газа, выделяющегося в качестве дополнительного побочного продукта электрохимической реакции, такого как водород и кислород, образующиеся при расщеплении воды, когда в электролите присутствует значительное количество воды.

Твердый осадок 3-5 полимера 1-8 непрерывно удаляется с электрода посредством 9-8 твердого удаления из электрохимического реактора 35-1 и впоследствии транспортируется из электрохимического реактора 35-1. Хотя для транспортировки 9-9 твердого тела предназначен

поток 21-2 промывочной жидкости в открытом канале 9-12 для сбора твердого порошка 1-8 полимера и переноса его в последующий блок 1-3 разделения твердого тела, в некоторых вариантах осуществления такая транспортировка 9-9 твердого тела осуществляется механически с помощью конвейерной ленты 9-11. Полимер 1-8, пропитанный некоторым остаточным электролитом 1-14, с промывочной жидкостью 21-2 или без нее, затем сходится с трактом 1-2 обычного реактора на переключающем клапане. Затем объединенный поток поступает в блок 1-3 разделения твердых частиц, где промывается водой или соответствующей промывочной жидкостью 21-2 и далее перерабатывается в продукт 1-10 Полимер.

### **1-3 Разделение твердых веществ:**

Блок 1-3 разделения твердых тел состоит из промывочного устройства, обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой смесительный бак с мешалкой, приводимой в движение двигателем/мотором. В некоторых вариантах реализации, двигатель и мотор не обязательно должны быть физически соединены с лопаткой посредством вала, вместо этого они могут вызывать движение лопатки посредством косвенного воздействия, такого как магнитное поле, аналогичное магнитной мешалке 68-5, в некоторых случаях изменение магнитного поля может быть вызвано системой индукторов, так что даже не требуется двигатель/мотор. В некоторых вариантах осуществления перемешивание может осуществляться без механического метода двигателя или мотора, например, с помощью ультразвука для вибрации молекул, или с помощью множества углов и барьеров для создания турбулентности в статическом смесителе для равномерного перемешивания видов, или путем подачи газа в жидкую фазу для вызывания перемешивания. Промывочная жидкость 21-2 с суспензией 1-8 полимера и следом 1-14 отработанного электролита подается в промывочную машину, где 1-14 отработанного электролита растворяется в промывочной жидкости 21-2, снова из твердого полимера 1-8. Суспензия, разбавленная промывочной жидкостью 21-2, затем передается в отсадчик, расположенный ниже по потоку.

Осадитель представляет собой большой сосуд, который позволяет смеси промывочной жидкости 21-2 со следами растворенного электролита 1-14 и взвесью чистого полимера 1-9 оставаться неподвижной, чтобы разделить суспензию полимера 1-9 и полимера 1-8 под действием силы тяжести. В некоторых вариантах реализации такое разделение полимеров может быть выполнено другими средствами, такими как центрифугирование, фильтрация или циклоны. Отработанная

промывочная жидкость 21-2 выходит из осадителя через выпуск, обычно, но не обязательно сверху, а осадок 1-9 чистого полимера выходит из осадителя через другой выпуск, обычно, но не обязательно снизу, учитывая обычный случай, когда 1-9 чистый полимер тяжелее промывочной жидкости 21-2 и оседает на дно. В некоторых вариантах реализации, когда чистый полимер 1-9 легче жидкости, твердые частицы чистого полимера 1-9 отделяются через выпускное отверстие в верхней части, а промывочная жидкость 21-2 сливается в нижней части. Отработанная промывочная жидкость 21-2 рециркулирует в резервуар для промывочной жидкости, а осадок 1-9 чистого полимера передается в сушилку для сушки оставшейся промывочной жидкости 21-2 от 1-9 чистого полимера.

Сушилка обычно представляет собой распылительную сушилку, которая сушит путем распыления осадка для увеличения площади поверхности и времени пребывания в нагретой камере для обеспечения испарения 21-2 промывочной жидкости. В некоторых вариантах осуществления это могут быть другие типы сушилок, такие как центробежная сушилка или роторная сушилка. Все они работают в одном механизме, обеспечивая высокую площадь поверхности и повышенную температуру, чтобы оставшаяся жидкость испарялась из путем плавления чистого полимера 1-9. Промывочная жидкость 21-2 собирается в виде парового потока на выходе, обычно, но не обязательно, вверху, а чистый полимерный материал 1-9 падает на дно сушильной камеры и непрерывно подается в следующий блок формовочной машины для дальнейшей переработки в полимерный продукт 1-10. Выходящий газ впоследствии конденсируется и рециркулирует в резервуар для промывочной жидкости.

Обратите внимание, что блок 1-3 сепарации твердых частиц имеет вспомогательный резервуар для промывочной жидкости для обеспечения рециркуляции и повторного использования промывочной жидкости 21-2 для экономии затрат и снижения воздействия на окружающую среду. Он служит резервуаром для подачи промывочной жидкости 21-2 в электрохимический реактор и промывочную машину, одновременно собирая отработанную жидкость из осадителя и сушилки.

#### **1-4 Обработка:**

Блок 1-4 Переработка начинается с формовочной машины, которая работает путем плавления порошка 1-9 чистого полимера, а затем формирует 1-9 чистый полимер в желаемые формы 1-10 полимерного продукта. В зависимости от типа полимерного изделия 1-10 применяются различные методы формования. Для длинных цилиндрических форм, таких как пластиковая солома и струны,

обычно используется экструзионное формование. Для закрытых полых тел, таких как бутылки, используется выдувное формование. Для некоторых сложных форм, таких как фигурки и игрушки, используется литье под давлением. Чистый полимерный порошок 1-9 перемещается через машину, как правило, но не ограничиваясь этим, с помощью шнекового привода или конвейерной ленты 9-11.

Готовое 1-10 полимерное изделие затем передается на узел упаковки полимеров для формирования упаковки. Например, пластиковые соломинки подсчитываются и собираются на машине в определенную упаковку, например, в упаковку из 100 штук, после чего упаковка, например, пакет с собранным изделием, запечатывается на машине. После этого упаковки собираются в партию, либо вручную рабочими, либо автоматически машиной, и хранятся до прибытия каждой партии грузовиков, которые развозят продукцию для доставки и продажи.

#### **1-5 Восстановление:**

Блок 1-5 восстановления начинается с переключающего клапана для направления отработанного электролита по двум возможным путям в зависимости от типа побочного продукта:

##### **а. Сорбционный блок**

Если побочный продукт 1-15 является малоценным и доброкачественным, например, вода, то можно использовать сорбционный блок для отделения побочного продукта 1-15 от отработанного электролита 1-14 и его утилизации, при этом повторно используя электролит 1-7. Сорбционный блок обычно состоит из сорбента, который отделяет 1-15 побочный продукт от 1-14 отработанного электролита путем адсорбции, абсорбции или хемосорбции. В том случае, если побочный продукт 1-15 оказывается водой, которая является малоценной и доброкачественной, сорбционный блок может представлять собой осушитель, в котором вода поглощается некоторыми сушильными агентами, такими как сульфат кальция или сульфат магния. Затем влагопоглотитель может быть восстановлен, обычно, но не ограничиваясь этим, нагреванием, для высвобождения поглощенной воды в виде пара для сброса в окружающую среду с минимальным воздействием.

В некоторых вариантах осуществления сорбционный блок может быть заменен другим обычным устройством для удаления побочного продукта 1-15 из отработанного электролита 1-14, включая продувочную/распылительную сушилку, где поток распыляется против горячего воздуха, так что побочный продукт 1-15 испаряется.

#### b. Восстановление 1-5 побочного продукта

Если побочный продукт 1-15 представляет собой некоторое химическое сырье, подлежащее восстановлению, например, 6-9 аммиак или некоторые спирты, которые имеют как стоимость для перепродажи, так и негативное воздействие на окружающую среду, то для восстановления побочного продукта 1-5 вместо сброса используется рекуператор 1-15, хотя он обычно дороже сорбционной установки.

Путь восстановления побочного продукта 1-5 начинается с экстрактора растворителя, где отработанный электролит 1-14 с выделяемым побочным продуктом 1-15 подается в экстрактор растворителя, а растворитель с избирательной растворимостью для побочного продукта 1-15 поступает в другой вход. Хотя во многих случаях поступающий растворитель и поступающий отработанный электролит 1-14 обычно находятся в противотоке для повышения эффективности изоляции, в некоторых других вариантах реализации используется перекрестный или параллельный поток в зависимости от конкретной ситуации.

Экстрактор растворителя обычно также включает перемешивание между отработанным электролитом 1-14 и фазой растворителя с помощью мешалки, приводимой в действие двигателем/мотором. В некоторых вариантах осуществления двигатель и мотор не обязательно должны быть физически соединены с лопастью валом, вместо этого они могут вызывать движение лопасти посредством косвенного воздействия, например, магнитного поля, аналогичного магнитной мешалке 68-5, в некоторых случаях изменение магнитного поля может быть вызвано системой индукторов, так что не требуется даже двигатель/мотор. В некоторых вариантах реализации перемешивание может осуществляться без механического метода двигателя или мотора, например, с помощью ультразвука для вибрации молекул, или с помощью множества углов и барьеров для создания турбулентности в статическом смесителе для равномерного перемешивания видов, или путем подачи газа в жидкую фазу для вызывания перемешивания. В некоторых других вариантах осуществления турбулентность создается между 1-14 отработанным электролитом и фазой растворителя путем вставки барьеров или 7-6 установки трубопроводов для столкновения потоков 1-14 отработанного электролита и растворителя друг с другом для улучшения смешивания.

Полученный растворитель, обогащенный побочным продуктом 1-15, затем выходит из экстрактора растворителя в дистилляционную колонну для отделения побочного продукта 1-15 от растворителя. Дистилляционная колонна обычно представляет собой колонну или колонну с дистилляционной набивкой или дистилляционными лотками/тарелками. Внизу находится ребойлер для обеспечения необходимого для дистилляции тепла 1-11, а сверху - конденсатор. Хотя ребойлер обычно представляет собой нагреватель, в некоторых вариантах осуществления ребойлер представляет собой другое средство нагрева, такое как теплообменник с горячим паром, горячей водой или горячим маслом в качестве теплоносителя. Хотя конденсатор обычно представляет собой теплообменник с охлаждающей жидкостью, такой как вода, в некоторых вариантах реализации он также может быть охладителем.

Однако то, где растворитель и 1-15 побочный продукт выходят из дистилляционной колонны, зависит от их температуры кипения относительно друг друга, что обуславливает уникальную установку дистилляционной колонны в 5-1 elerGreen процесс, где имеется гибкий 7-6 трубопровод сверху и снизу. Прежде всего, на верхнем выходе колонны получается обогащенный низкий ключевой компонент, а именно вид с более низкой температурой кипения, в то время как на нижнем выходе получается обогащенный высокий ключевой компонент, а именно вид с более высокой температурой кипения. Хотя во многих случаях растворитель является низким ключевым компонентом, выходящим сверху, а 1-15 побочный продукт - высоким ключевым компонентом, выходящим снизу, в некоторых других случаях все происходит наоборот, а именно растворитель выходит снизу, а 1-15 побочный продукт - сверху.

На верхнем выходе имеется переключающий клапан, который направляет верхний поток по одному из двух путей:

- a. Если в верхней части находится побочный продукт 1-15, то верхняя часть направляется на переключающий клапан, ведущий в резервуар побочного продукта 1-15.
- b. Если верхняя часть является растворителем, она направляется к другому переключающему клапану, ведущему к экстрактору растворителя.

На нижнем выходе также имеется еще один переключающий клапан, который направляет донный поток в один из 2 путей:

- a. Если на дне находится 1-15 побочный продукт, то дно направляется к переключающему клапану, ведущему в резервуар 1-15 побочного продукта
- b. Если на дне находится растворитель, он направляется к другому переключающему клапану, ведущему к экстрактору растворителя.

Затем побочный продукт 1-15 хранится в контейнере, обычно резервуаре, для продажи.

Резервуар с побочным продуктом 1-15 регулярно подается по трубопроводу в автоцистерну для перевозки химикатов на продажу. Растворитель затем рециркулирует в экстрактор для непрерывного процесса восстановления 1-5.

Также, в зависимости от эффективности отделения 1-15 побочного продукта, 1-15 побочный продукт 1-5 Восстановление может быть подвергнут другим операциям разделения, таким как диализ, фильтрация, осаждение, на основе свойств и взаимодействия 1-15 побочного продукта и 1-7 электролита. Электролит 1-7, отделенный от побочного продукта 1-15, для любого пути сорбционного блока или побочного продукта 1-5 восстановления, затем сливается на другом переключающем клапане перед рециркуляцией обратно в смесительный бак.

## Реализация и 7-6 трубопроводов

Как показано на рисунке 40, трубопровод 7-6 состоит из 40-1 Схемы технологического потока и вспомогательных блоков, 40-2 Типов трубопроводов, 40-3 Насосов/компрессоров, 40-4 Нагревателей/охладителей, 40-5 Коммунальных систем и, наконец, 40-6 Клапанов.

### *40-1 Схема технологического процесса и вспомогательные агрегаты*

40-1 Схема технологического процесса и вспомогательные устройства для реализации процесса 7-5 подробно показаны на рисунке 41. Ниже перечислены единицы оборудования для реализации химического 7-5 процесса:

Процесс 7-5 начинается с питательного резервуара А, Т-01А. Питательный резервуар А имеет входное отверстие, обычно, но не обязательно, в верхней части резервуара, куда грузовики поставщиков могут доставить 68-1 материал А по трубопроводу 7-6. Резервуар также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части резервуара, для слива 68-1 материала А в непредвиденных случаях, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 1А, содержащий в основном компонент А, выходит из Т-01А и поступает в смесительный резервуар М-02, и его расход регулируется встроенным клапаном V-01А.

В некоторых вариантах осуществления требуется другое сырье, например, материал 68-2 В. В этом случае параллельно с питательным резервуаром А, Т-01А, расположен еще один питательный резервуар В, Т-01В. Как и резервуар А, резервуар В имеет входное отверстие, обычно, но не обязательно, в верхней части резервуара, куда грузовики-поставщики могут подавать материал 68-2 В по трубопроводу 7-6. Резервуар также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части резервуара, для слива 68-2 материала В для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 1В, содержащий в основном компонент В, выходит из Т-01В и поступает в смесительный бак М-02, а его расход регулируется встроенным клапаном V-01В.

В некоторых вариантах реализации, особенно в сложных реакциях сополимеризации, требуется еще больше типов сырья, например, материал С, D, E и даже F. В этих случаях процесс 7-5 просто включает добавление этих резервуаров для сырья параллельно с резервуаром для сырья А, Т,01А.

Структура трубопроводов и соединений 7-6 аналогична таковой в Питательный бак А и Питательный бак В, просто заменив вид и обозначение на С, D, E, F и так далее.

Первым вспомогательным устройством является барабан для растворителя, D-00А. Косольвент 31-1, в отличие от сырья, истощается более постепенно, поэтому используется накопительный барабан, который меньше и дешевле резервуара. Хотя можно установить вход для подачи соразтворителя 31-1 через резервуар поставщика, это может не потребоваться из-за меньшего объема хранилища. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно в нижней части барабана, для слива 31-1 косольвента для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 0А, содержащий в основном компонент Y, растворитель 31-1, выходит из D-00А и поступает в смесительный бак M-02, а его расход регулируется впускным клапаном V-00А.

Другим вспомогательным устройством является барабан для присадок, D-00В. Присадки 32-1, как и растворитель 31-1 и в отличие от сырья, истощаются более постепенно, поэтому используется барабан для хранения, который меньше и дешевле, чем резервуар. Хотя можно установить вход для подачи добавок 32-1 через резервуар поставщика, это может не потребоваться из-за меньшего объема хранилища. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части барабана, для слива 32-1 Добавки в непредвиденных случаях, например, для 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 0В, содержащий в основном компонент Z, присадки 32-1, выходит из D-00В и поступает в смесительный бак M-02, расход которого регулируется встроенным клапаном V-00В.

Смесительный резервуар, M-02, имеет входы из потоков 1А, 1В, 0А и 0В, как описано ранее. Кроме того, имеется еще один вход, поток 2R, как переработанный поток 1-7 электролита, где подробности будут описаны в электролите 1-5 восстановления. Имеется механизм для смешивания потоков 1А, 1В, 0А, 0В и 2R, обычно, но не обязательно, с помощью механических средств, таких как мешалка, приводимая в действие двигателем или мотором. В некоторых вариантах реализации смешивание может осуществляться немеханически и/или без перемешивания, например, путем барботирования сосуда воздухом или с помощью ультразвука, чтобы вызвать перемешивание жидкости за счет молекулярной вибрации.

Смешанный электролит 1-7 выходит из смешительного резервуара М-02 в виде потока 2, содержащего компоненты А, В, S, Y и Z, где компонент S представляет собой растворенную соль/раствор 68-3. Температура потока 2 регулируется встроенным нагревателем Н-02. В некоторых вариантах реализации нагреватель может быть заменен другими средствами для контроля температуры потока, такими как теплообменник или даже охлаждающее устройство, если требуется снижение температуры.

С другой стороны, давление 1-12 потока 2 регулируется встроенным компрессором Q-02, расход которого регулируется впускным клапаном V-02. В некоторых вариантах реализации компрессор может быть заменен насосом для снижения стоимости. Направление потока 2 - в обычный реактор 1-2, CR-03A, или в электрохимический реактор 35-1, ER-04 - определяется встроенным переключающим клапаном, S-03A, который обычно, но не обязательно, спроектирован таким образом, что потоки являются взаимоисключающими, то есть поток 2 может течь только в обычный реактор 1-2, CR-03A, или электрохимический реактор 35-1, ER-04, по очереди, но не в оба одновременно. В некоторых вариантах реализации переключающий клапан может быть заменен трехходовым клапаном, чтобы обеспечить параллельную работу обычных и электрохимических установок, особенно при модернизации 34-3, чтобы свести к минимуму перебои в работе, которые привели бы к прекращению получения дохода, при модернизации 34-3 обычных полимерных установок.

Для обычного реакционного потока 42-1, как показано на фиг. 42, после прохождения через переключающий клапан S-03A поток 2 поступает в обычный реактор 1-2 CR-03A, где под воздействием 1-11 тепла и 1-12 давления вызывается реакция полимеризации с образованием 1-8 полимера Р и 1-15 побочного продукта Н. В зависимости от условий процесса 7-5 на обычный реактор 1-2 могут быть наложены меры безопасности, такие как устойчивые к давлению стенки обычного реактора 1-2 и рубашка для охлаждающей жидкости (обычно, но не обязательно воды), чтобы избежать перегрева. Также может быть клапан сброса давления 1-12, который открывается, чтобы избежать разрыва, когда давление 1-12 по какой-либо причине становится слишком высоким. Хотя обычный реактор 1-2 представляет собой резервуар с мешалкой, где перемешивание происходит механически с помощью мешалки, приводимой в движение двигателем/мотором, перемешивание может быть вызвано другими методами, такими как ультразвук, вызывающий молекулярную вибрацию, и барботирование газа в жидкой смеси.

Прореагировавшая смесь, поток 3А, содержащий остатки 68-1 материалов А, В, 68-3 растворенной соли/раствора S, 31-1 растворителя Y, 32-1 добавки Z, а также образовавшийся 1-8 полимер Р и 1-15 побочный продукт Н, затем выходит из 1-2 обычного реактора CR-03А. Давление 1-12 может значительно упасть после выхода из реактора 1-2 обычного реактора, поэтому его снова поднимают насосом Р-03А, а поток 3А регулируется клапаном V-03А. Поток 3А затем поступает в фильтр CF-03В через обычный твердый поток 42-2, где твердый полимер 1-8 Р отфильтровывается от прореагировавшей смеси. Оставшаяся часть смеси, поток 3В, затем выходит из фильтра CF-03В как поток 42-3 обычной смеси для прохождения через переключающий клапан S-03В.

Для альтернативного потока 43-1 электрохимической реакции, как выделено на фиг. 43, после прохождения через переключающий клапан S-03А поток 2 поступает в 35-1 электрохимический реактор ER-04, где реакция полимеризации индуцируется под 6-5 приложенным напряжением (при 1-11 нагреве и 1-12 давлении, если необходимо, хотя обычно не требуется) с образованием 1-8 полимера Р и 1-15 побочного продукта Н. В зависимости от условий 7-5 процесса на электрохимический реактор могут быть наложены меры безопасности, такие как рубашка для охлаждающей жидкости (обычно, но не обязательно воды), чтобы избежать перегрева. Также может быть предусмотрен газоотвод 9-17 для сбора газа, выделяющегося при вторичных реакциях, например, водорода и кислорода при расщеплении воды, обычно когда вода является значительным компонентом смеси. Хотя перемешивание может происходить за счет относительного движения поверхности электрода относительно самой жидкости электролита, дополнительное перемешивание может осуществляться механической мешалкой, приводимой в действие двигателем/мотором, или немеханически - ультразвуком или барботирующим газом.

Для электрохимического реактора 35-1 установка 9-17 по удалению газа начинается с впуска окружающего воздуха в виде потока 4L, состоящего в основном из воздуха U в объем электрохимического реактора 35-1, и выхода газа из электрохимического реактора 35-1 в виде потока 4Н, состоящего в основном из воздуха U и некоторого количества испарившегося газа G в результате реакции. Вентилятор В-04 используется для подачи потока 4Н путем продувки в вытяжную камеру, а поток 4L - путем всасывания из окружающего воздуха.

Образовавшийся полимер 1-8 Р восстанавливается в газовой фазе электрохимического реактора 35-1 и направляется на стадию промывки через электрохимический твердый поток 43-2. Имеется вход 21-4 промывочной жидкости из резервуара для промывочной жидкости Т-05В для подачи в

35-1 электрохимический реактор ER-04, управляемый клапаном V-04, для промывки удаленного 3-5 твердого осадка 1-8 полимера Р в виде суспензии в 21-2 промывочной жидкости, которая выходит из 35-1 электрохимического реактора ER-04 через выход 21-5 промывочной жидкости и проходит через переключающий клапан S-04 как поток 4. Поток 4, состоящий в основном из промывочной жидкости 21-2 (обычно, но не ограничиваясь этим, воды) и твердой суспензии 1-8 полимера Р, затем поступает в промыватель WP-05A. Обычный путь, с другой стороны, также проходит через переключающий клапан S-04 и сходится на той же стадии промывки, что и электрохимический путь.

В промывочной машине WP-05A, кроме входного потока 4, упомянутого ранее, имеется также входной поток 21-2 промывочной жидкости 5B, состоящий в основном из 21-2 промывочной жидкости W, расход которой регулируется встроенным клапаном V-05B. Хотя промывочная машина обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой смеситель с мешалкой, приводимой в движение двигателем/мотором, перемешивание может быть вызвано и другими методами, такими как ультразвук для вызывания молекулярной вибрации и барботирование газа в жидкой смеси. Моющее действие вызывается перемешиванием между твердой суспензией 1-8 полимера Р и промывочной жидкостью 21-2 W, где адсорбированный или поглощенный 1-14 отработанный электролит растворяется из частиц 1-8 полимера Р в промывочной жидкости 21-2 W. На выходе получается поток 5A, состоящий из суспензии 1-8 полимера Р, но только со следами (приемлемый уровень) адсорбированного/поглощенного 1-14 отработанного электролита, и промывочной жидкости 21-2 с следами растворенного 1-14 отработанного электролита, причем скорость потока регулируется встроенным клапаном V-05A.

Поток 5A впоследствии поступает в отстойник SP-06 для дальнейшего отделения твердого 1-9 чистого полимера Р от 21-2 промывочной жидкости W. Отстойник обычно, но не обязательно, представляет собой емкость с большим запасом, чтобы позволить суспензии 1-9 чистого полимера Р осесть на дно емкости, тем самым отделяя 1-9 чистый полимер Р от 21-2 промывочной жидкости W под действием силы тяжести. В обычной, но необязательной установке, выпуск 21-2 промывочной жидкости W находится в верхней части резервуара, а выпуск 1-9 чистого полимера Р находится в нижней части резервуара, что соответствует их области обогащения под действием силы тяжести. В некоторых вариантах осуществления в качестве коагулирующих агентов используются некоторые добавки 32-1. Промывочная жидкость 21-2 W, как поток 6B,

впоследствии рециркулирует обратно в резервуар для промывочной жидкости Т-05В. Для потока 6В скорость потока регулируется встроенным клапаном V-06В, а насос Р-06В обычно необходим для повышения давления 1-12, поскольку давление 1-12 промывочной жидкости 21-2 низкое, поскольку она находится в верхней части резервуара. Чистый полимер 1-9 Р, загущенный в результате отстаивания, затем передается в виде потока 6А в сушилку DP-07, при этом скорость потока регулируется впускным клапаном V-06А.

В сушилке DP-07 поток 6А, состоящий в основном из суспензии 1-9 чистого полимера Р и некоторого количества промывочной жидкости 21-2, нагревается и распыляется в сушильной камере. Нагрев может быть выполнен перед распылением, или путем вдувания горячего газа/воздуха в сушильную камеру, или и то, и другое. Сушильная камера просто относится к объему сушильной емкости, где обычно отводится достаточная высота для того, чтобы промывочная жидкость 21-2 W испарилась из частиц 1-9 чистого полимера Р по мере падения смеси через сушильную камеру. Сушильная камера имеет выход, обычно, но не обязательно в верхней части камеры, для сбора паров испарившейся промывочной жидкости 21-2 поток 7В, скорость потока которого регулируется встроенным клапаном V-07В. Поток 7В впоследствии конденсируется в жидкую форму в конденсаторе X-07В, обычно, но не ограничиваясь этим, в теплообменнике (в некоторых вариантах осуществления вместо него может быть охладитель). Конденсированный поток 7В, как и поток 6В, впоследствии рециркулирует обратно в резервуар для промывочной жидкости Т-05В. Высушенный 1-9 чистый полимер Р собирается на дне в виде 1-9 чистого полимерного порошка, который механически подается в виде потока 7А в формовочную машину.

На формовочной машине MP-08 поток 7А, состоящий в основном из сухого порошка 1-9 чистого полимера Р, подается механически, обычно, но не ограничиваясь этим, непрерывно, в фильеру формовочной машины. Формовочная машина применяет тепло 1-11 для расплавления порошка 1-9 чистого полимера Р для придания ему желаемой формы изделия 1-10 из полимера. В зависимости от желаемой формы могут использоваться различные технологии формования. Например, выдувное формование для бутылки или закрытого контейнера, экструзионное формование для длинных цилиндрических форм, таких как пластиковые струны и соломинки, и литьевое формование для не полых форм. Обратите внимание, что это общие рекомендации, но не полностью ограничивающие, например, в некоторых случаях для коротких цилиндрических

форм применимо как экструзионное, так и литьевое формование. Сформированный полимерный продукт 1-10, изготовленный из полимера 1-8 Р, затем механически транспортируется в виде потока 8 в устройство упаковки полимеров РР-09.

На установке упаковки полимеров РР-09 сформированный полимерный продукт 1-10 укладывается и упаковывается, обычно, но не ограничиваясь этим, с помощью автоматизированных механических манипуляторов (более дешевые варианты могут заключаться в найме рабочих для укладки и упаковки вручную). Затем упаковка полимерного продукта 1-10 хранится как партия товарно-материальных ценностей, ожидающая транспортировки для продажи.

Вспомогательным устройством является бак для промывочной жидкости Т-05В, служащий резервуаром для рециркуляции промывочной жидкости 21-2. В случае использования воды в качестве промывочной жидкости 21-2 он имеет вход, обычно, но не обязательно расположенный в верхней части резервуара, 40-5 Коммунальной воды в качестве потока 5Н, расход которого регулируется встроенным клапаном V-05Н. Он также имеет выпускной выход потока 5L, обычно, но не обязательно расположенный в нижней части бака, расход которого регулируется встроенным клапаном V-05L, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-05L. Моющая жидкость 21-2 подается из резервуара для моющей жидкости Т-05В в моечную машину WР-05А через поток 5В, как упоминалось ранее. Рециркуляция из потока 6В и потока 7В также задействована для снижения затрат и воздействия на окружающую среду способ 7-5.

Имеется также еще один вспомогательный узел, который представляет собой систему охлаждающей жидкости из централизованного барабана охлаждающей жидкости D-16. 40-5 Коммунальная жидкость подается в барабан охлаждающей жидкости D-16 в виде потока 16С, причем скорость потока регулируется встроенным клапаном V-16С. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно, в нижней части барабана, для слива охлаждающей жидкости для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Первым выходом является поток 7С, расход которого регулируется впускным клапаном V-07С в конденсатор X-07В для обеспечения охлаждающего воздействия на конденсатор. Вторым выходом является поток 13D, расход которого регулируется впускным клапаном V-13D, в конденсатор X-13С для обеспечения охлаждения конденсатора. Затем оба потока 7С и 13D сливаются в один поток 16А в теплообменнике X-16А, перед рециркуляцией

обратно в барабан охлаждающей жидкости D-16. Теплообменник X-16A служит для охлаждения жидкости, обычно путем охлаждения воздухом. Окружающий воздух вдувается в виде потока 16B, расход которого регулируется встроенным клапаном V-16B, а стоки нагретого воздуха сбрасываются обратно в окружающий воздух.

Отработанный электролит, поток 3B, содержащий остатки 68-1 материалов A, B, 68-3 растворенной соли/раствора S, 31-1 растворителя Y, 32-1 добавок Z и 1-15 побочного продукта H, затем выходит из 35-1 электрохимического реактора ER-04, чтобы пройти через переключающий клапан S-03B через поток 43-3 электрохимической смеси.

Из обычного или электрохимического пути поток 3B затем поступает в насос P-03B для повышения давления 1-12 (поскольку обычно давление 1-12 падает до очень низкого уровня после выхода из 1-2 обычного реактора или 35-1 электрохимического реактора), а его поток регулируется клапаном V-03B. Направление потока 3B, поступающего в сорбционный блок SB-10A или экстрактор растворителя XB-11, затем определяется встроенным переключающим клапаном S-10A, который обычно, но не обязательно, сконструирован таким образом, что потоки являются взаимоисключающими, то есть поток 3B может поступать только либо в сорбционный блок SB-10A, либо в экстрактор растворителя XB-11, по очереди, но не в оба одновременно. В некоторых вариантах осуществления переключающий клапан может быть заменен трехходовым клапаном, чтобы обеспечить параллельную работу сорбционного блока и экстрактора растворителя, особенно при модернизации 34-3, чтобы минимизировать перебои в работе, которые привели бы к прекращению получения дохода, при модернизации 34-3 обычных полимерных заводов.

Для потока 45-1 сорбции, как показано на фиг. 45, после прохождения через переключающий клапан S-10A поток 3B поступает в сорбционный блок SB-10A, где побочный продукт 1-15 H отделяется от отработанного электролита 1-14 и попадает на сорбент, обычно посредством абсорбции или адсорбции. Сорбент представляет собой просто твердое вещество из подходящего материала, включая, но не ограничиваясь этим, кремнезем или глинозем для поглощения/адсорбции воды. Сорбент может либо заменяться партиями во время обслуживания 59-3, либо заменяться в непрерывном режиме работы. Восстановленный электролит 1-7 выходит из блока сорбента SB-10A и затем проходит через переключающий клапан S-10B в поток 11B.

Для непрерывной работы сорбент закрепляется на ленточном конвейере 9-11, проходящем между блоком сорбента SB-10A и регенератором сорбента SR-10B. Поток 10A, содержащий в основном сорбент V и поглощенный/адсорбированный побочный продукт 1-15 Н, подается в регенератор сорбента SR-10B. Регенератор сорбента SR-10B обычно, но не обязательно, работает путем сильного нагрева материала сорбента для высвобождения адсорбированного побочного продукта 1-15 Н. Высвобожденный побочный продукт 1-15 Н затем выпускается в окружающий воздух, если он является доброкачественным, например, в виде водяного пара. В некоторых вариантах осуществления высвобожденный побочный продукт 1-15 Н сначала подвергается очистке, например, когда он представляет собой аммиак 6-9, перед тем как его выпускают в окружающий воздух. Поток 10B, состоящий в основном из восстановленного сорбента V, затем рециркулируется в сорбционный блок SB-10A.

Для потока 44-1 экстракции растворителем, как выделено на рисунке 44, после прохождения через переключающий клапан S-10A, поток 3B поступает в экстрактор растворителя XB-11, где побочный продукт 1-15 Н отделяется от отработанного электролита 1-14 и попадает в фазу растворителя. Фаза растворителя поступает в виде потока 13B, который состоит в основном из растворителя X. Имеется встроенный насос P-13B для повышения давления 1-12 перед входом в экстрактор растворителя XB-11, скорость потока регулируется клапаном V-13B. Фаза растворителя выходит в виде потока 11A, состоящего в основном из растворителя X и побочного продукта 1-15 Н, расход регулируется клапаном V-11A. Восстановленный электролит 1-7 выходит из экстрактора растворителя XB-11 и затем проходит через переключающий клапан S-10B в поток 11B.

Для экстрактора растворителя имеется вспомогательный вспомогательный блок - барабан для растворителя D-12 для регулирования уровня содержания растворителя. Растворитель, в отличие от сырья, истощается более постепенно, поэтому используется барабан для хранения, который меньше и дешевле, чем резервуар. Хотя для подачи растворителя через резервуар поставщика может быть установлен входной патрубок, он может не потребоваться из-за меньшего объема хранилища. Как и резервуары, барабан также имеет слив, обычно, но не обязательно в нижней части барабана, для слива растворителя для непредвиденных целей, например, 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 12A из барабана для растворителя D-12, состоящий в основном из растворителя X, поступает в экстрактор растворителя XB-11, расход которого регулируется клапаном V-12A, а обратный поток предотвращается обратным клапаном

С-12А. Избыток растворителя в виде потока 12В, состоящего в основном из растворителя Х, расход которого регулируется клапаном V-12В, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-12В, выходит из экстрактора растворителя ХВ-11 и поступает в барабан растворителя D-12.

На пути экстракции растворителя также имеется дистилляционная колонна DB-13 ниже по потоку от экстрактора растворителя ХВ-11 для очистки побочного продукта 1-15 Н при рециркуляции растворителя Х. Поток 11А, состоящий в основном из растворителя Х и побочного продукта 1-15 Н, поступает в дистилляционную колонну DB-13 из экстрактора растворителя ХВ-11.

Дистилляционная колонна состоит из колонны из материала, обычно, но не ограничиваясь этим, представляющего собой дистилляционную набивку или дистилляционные лотки.

В нижней части дистилляционной колонны DB-13 находится ребойлер Н-13L, обычно это нагреватель (но не обязательно, вместо него может быть теплообменник) для нагрева колонны с жидкостью внутри. Нижний поток разделяется на 2 потока, один поступает в ребойлер Н-13L, а другой проходит через переключающий клапан S-13L. Поток 13L нагревается ребойлером Н-13L, чтобы впоследствии передать тепло 1-11 в дистилляционную колонну DB-13, при этом скорость потока регулируется клапаном V-13L. Другой поток проходит через переключающий клапан S-13L и впоследствии направляется в один из двух путей, к переключающему клапану S-13В или к переключающему клапану S-13А. Когда он направляется к переключающему клапану S-13В, он рециркулирует в экстрактор растворителя ХВ-11, как поток 13В, где давление 1-12 повышается насосом Р-13В, а скорость потока регулируется клапаном V-13В, как упоминалось ранее и показано на рис. 46-2 Поток из дна в растворитель. Когда он направляется на переключающий клапан S-13А, он поступает в резервуар побочных продуктов ТВ-14 в качестве потока 13А для хранения, при этом расход регулируется клапаном V-13А, что проиллюстрировано 47-2 Поток снизу в резервуар на рисунке 47.

В верхней части дистилляционной колонны DB-13 находится конденсатор Х-13С, обычно теплообменник (но не обязательно, вместо него может быть охладитель) для охлаждения колонны с жидкостью внутри. Верхний поток, поток 13С, состоящий в основном из побочного продукта 1-15, после прохождения через конденсатор Х-13С разделяется на два потока, один из которых снова поступает в дистилляционную колонну DB-13, а другой проходит через переключающий клапан S-13Н. Расход потока 13Н регулируется клапаном V-13Н перед рециркуляцией в дистилляционную колонну DB-13. Другой поток проходит через переключающий

клапан S-13H и впоследствии направляется в один из двух путей, к переключающему клапану S-13B или к переключающему клапану S-13A.

Когда он направляется на переключающий клапан S-13B, он рециркулирует в экстрактор растворителя XB-11 в качестве потока 13B, где давление 1-12 повышается насосом P-13B, а расход регулируется клапаном V-13B, как упоминалось ранее и проиллюстрировано 47-1 Поток сверху на растворитель на Рис. 47. Когда он направляется на переключающий клапан S-13A, он поступает в резервуар побочного продукта ТВ-14 в качестве потока 13A для хранения, при этом расход регулируется клапаном V-13A, проиллюстрированным 46-1 Поток сверху в резервуар на рисунке 46.

Путь субпродуктов заканчивается резервуаром субпродуктов ТВ-14. Резервуар для побочных продуктов ТВ-14 имеет выход, обычно, но не обязательно, на дне резервуара, где побочный продукт 1-15 Н может быть загружен через трубопровод 7-6 в грузовик для продажи. Выпускное отверстие также служит для слива побочного продукта для непредвиденных целей, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей.

Восстановленный электролит 1-7 после прохождения через переключающий клапан S-10B затем объединяется с потоком 15B из резервуара-резервуара Т-15 и сливается в поток 11В. Резервуар Т-15 служит для регулирования уровня в смесителе М-02. Резервуар также имеет сливное отверстие, обычно, но не обязательно, в нижней части резервуара, для слива 68-1 материала А в непредвиденных случаях, таких как 59-3 Техническое обслуживание и устранение неисправностей. Поток 15B выходит из резервуара Т-15, обычно (но не обязательно) из нижней части резервуара, при этом скорость потока регулируется встроенным клапаном V-15B, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-15В. На входе в резервуар находится поток 15А, обычно (но не обязательно) из верхней части резервуара, скорость потока регулируется клапаном V-15А, а обратный поток предотвращается обратным клапаном С-15А.

Поток 11В, после объединения в единый поток, имеет повышенное давление 1-12 (поскольку давление 1-12, вероятно, упадет до очень низкого уровня после последовательных операций установки) с помощью насоса Р-11В, расход которого регулируется клапаном V-11В. После этого поток 11В разделяется на поток 15А для рециркуляции в резервуар Т-15 и поток 2R для рециркуляции в смесительный бак М-02. Расход потока 2R регулируется клапаном V-02R, а

обратный поток предотвращается обратным клапаном C-02R. Это замыкает цикл рециркуляции электролита 1-7, обеспечивая экономическую эффективность и низкий экологический след процесса 7-5.

#### ***40-2 Типы трубопроводов***

В потоках, где температура высокая или низкая, применяется тепловая изоляция. Обычно она представляет собой слой материала с низкой теплопроводностью, обернутый вокруг внешней стенки соответствующего участка трубы. Для интересующего нас процесса изоляция используется для потока 2 между H-02 и 35-1 электрохимическим реактором ER-04 и CR-03A, потока 13C между DB-13 и S-13H, потока 13H между X-13C и DB-13, потока 13L между DB-13, H-13L и S-13L.

С другой стороны, оборудование также может быть изолировано. CR-03A, DP-07, DB-13, MP-08, SB-10A, SR-10B могут нуждаться в изоляции. В некоторых вариантах осуществления может быть изолирован 35-1 электрохимический реактор ER-04. Обратите внимание, что выше приведено воплощение процесса, в то время как остальное оборудование также может быть изолировано по мере необходимости, если речь идет о работе при более высокой температуре.

Механическая линия используется, когда речь идет о передаче твердых веществ в виде порошка или четко определенных форм. В некоторых вариантах реализации механическая линия представляет собой конвейерную ленту 9-11 для непрерывной передачи порошка или твердого вещества. В некоторых вариантах реализации механическая линия может состоять из червячного привода или робототехники. Скорость такой передачи в значительной степени зависит от скорости, с которой механическая линия приводится в движение, например, от скорости вращения колес конвейерной ленты 9-11. Для интересующего нас процесса механическая линия используется для потока 7A и потока 8, состоящих соответственно из 1-9 чистого полимерного порошка и 1-10 полимерного продукта. С другой стороны, потоки 10A и 10B также состоят из механических линий.

#### ***40-3 Насосы/компрессоры***

В электрохимическом производстве 5-1 elerGreen Процессы насосы/компрессоры 40-3 обычно используются, когда требуется высокое 1-12 давление или скорость потока.

Для 7-5 безопасности процесса во многих 40-3 насосах/компрессорах на насос устанавливаются 2 из 40-6 клапанов: один клапан вверх по течению перед 40-3 насосом/компрессором, а другой вниз по течению после 40-3 насоса/компрессора. Управляемый клапан обычно является регулируемым, в то время как клапан перед ним обычно находится в полностью открытом состоянии. Управляемый клапан должен находиться после насоса, так как управление клапаном перед насосом может привести к недостатку жидкости во время перекачки, что приведет к кавитации, которая может повредить насос. В некоторых вариантах осуществления упомянутый клапан перед насосом может быть опущен для экономии затрат на процесс без существенного ущерба для безопасности процесса.

В некоторых вариантах реализации вместо насоса используется компрессор, особенно когда давление 1-12 должно быть высоким. Например, давление 1-12 в потоке 2 регулируется встроенным компрессором Q-02. В некоторых других вариантах реализации компрессор может быть заменен насосом для снижения стоимости.

Насос используется в качестве P-03A, P-03B, P-06B, P-11B, P-13B. P-03A используется для повышения давления потока 3A, которое могло значительно упасть после выхода из обычного реактора или электрохимического реактора 35-1. P-03B используется для повышения давления потока 3B, поскольку обычно давление 1-12 падает до очень низкого уровня после выхода из обычного реактора 1-2 или электрохимического реактора 35-1). P-06B используется для повышения давления 1-12 потока 6B, поскольку давление 1-12 промывочной жидкости 21-2 обычно низкое, так как находится в верхней части резервуара.

P-11B используется для повышения давления потока 11B, поскольку давление 1-12, вероятно, упадет до очень низкого уровня после последовательных операций на установке). P-13B используется для повышения давления 1-12 перед входом в экстрактор растворителя ХВ-11, чтобы обеспечить необходимое давление для прохождения через многоступенчатый экстрактор растворителя, который будет иметь большой перепад давления.

В некоторых вариантах реализации дополнительные насосы могут быть добавлены к потокам, где требуется увеличение давления или скорости потока. Это обусловлено соображениями безопасности процесса, поскольку, когда давление жидкости ниже точки кипения в любой части потока, эта часть подвергается кавитации, при которой жидкость испаряется. Кавитация

нежелательна, поскольку испарение и конденсация жидкостей в потоках приведет к колебаниям давления, которые повредят систему, например, трубы и клапаны деформируются или разорвутся после длительной эксплуатации.

Воздуходувка - это тип насоса, используемый для приведения в движение потока, состоящего из газа. Воздуходувка используется в В-04 и В-16В, соответственно, для всасывания воздуха вместе с выделившимся газом в 9 -17 Газоотвод, и для продувки воздуха для воздушного охлаждения потока охлаждающей жидкости для рециркуляции.

#### ***40-4 Нагреватель/охладитель***

1-11 Тепло может поступать в различных формах: нагреватель, пар, теплообменник. Нагреватель может быть разной формы, включая, но не ограничиваясь, электрический нагреватель и нагреватель, работающий на сжигании топлива. В некоторых вариантах реализации альтернатива может включать солнечный или геотермальный нагреватель.

Для процесса, представляющего интерес, нагреватель используется как Н-02 и Н-13L, чтобы соответственно предварительно нагреть поток 2 для 1-2 обычного реактора CR-03A и нагреть поток 13L для облегчения дистилляции. Н-13L также широко известен как ребойлер, поскольку он расположен в нижней части дистилляционной колонны DB-13, для нагревания смеси для дистилляции. В некоторых вариантах осуществления любой из Н-02 и Н-13L может быть заменен теплообменником с нагревательной жидкостью для выполнения аналогичной функции нагрева.

Также имеется встроенный нагреватель для DP-07 для нагревания потока 6В для облегчения сушки полимера 1-9 Чистота и SR-10В для нагревания сорбента для удаления побочного продукта из сорбента. В некоторых вариантах осуществления нагреватель может быть заменен другими средствами для контроля температуры потока, например, теплообменником. В некоторых вариантах осуществления любой из 1-2 обычных реакторов CR-03A или 35-1 электрохимических реакторов ER-04 может поставляться со встроенным нагревательным устройством.

Пар также широко используется в качестве средства отопления, особенно в некоторых регионах с холодным климатом, где паровое отопление поставляется в качестве бытовой 40-5 коммунальной услуги. Хотя возможно обычное паровое отопление 40-5 Утилита, в некоторых вариантах

реализации паровое отопление используется в теплообменнике, специфичном для конкретного процесса.

Теплообменник, с другой стороны, может использоваться либо для нагрева, либо для охлаждения, в зависимости от того, является ли теплообменная жидкость более горячей или более холодной, чем поток. Охлаждающая жидкость обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой воду 40-5 Утилита из-за ее низкой стоимости и низкого экологического следа. В некоторых вариантах осуществления охлаждающая жидкость может быть другой жидкостью, такой как аммиак или печное топливо, в зависимости от требований процесса. Для процесса, представляющего интерес, теплообменники X-07B, X-13C и X-16A используются в качестве охладителей для конденсации соответственно потока 7B, потока 13C и потока 16A. В случае X-07B охлаждающая жидкость, обычно, но не ограничиваясь этим, представляет собой воду 40-5 Утилита, используется для охлаждения и конденсации паров промывочной жидкости 21-2 потока 7B из сушилки DP-07. Для X-13C, охлаждающая жидкость, обычно, но не ограничиваясь этим, 40-5 Коммунальная вода, используется для охлаждения и конденсации паров дистилляции на вершине дистилляционной колонны DB-13, поток 13C в качестве конденсатора рефлюкса. Для X-16A охлаждающая жидкость, обычно, но не ограничиваясь этим, 40-5 Коммунальная вода, используется для охлаждения потока охлаждающей жидкости 16A перед рециркуляцией в барабан охлаждающей жидкости D-16.

Если требуется низкая температура, вместо нагревателя может быть использован охладитель. Охладитель может иметь различную форму, включая, но не ограничиваясь этим, градирню, холодильник или теплообменник. С точки зрения затрат, в интересующем нас процессе в качестве средства охлаждения использовался теплообменник, поскольку его стоимость энергии ниже, чем у холодильника. Охладитель также может быть использован в целях безопасности процесса для предотвращения перегрева оборудования. В некоторых вариантах осуществления, 1-2 Обычный реактор CR-03A имеет встроенную охлаждающую рубашку для предотвращения перегрева. В некоторых вариантах осуществления 35-1 электрохимический реактор ER-04 может аналогичным образом иметь охлаждающую рубашку, установленную на стенке сосуда.

#### ***40-5 Коммунальное хозяйство***

40-5 Утилита состоит из 40-5 Утилита энергии, 40-5 Утилита воды и других 40-5 Утилита.

40-5 Коммунальная энергия, обычно в виде электричества, необходима для питания всего процесса. Она необходима для питания многих единиц оборудования в процессе, включая CR-03A, 35-1 Электрохимический реактор ER-04, CF-03B, M-02, WP-05A, DP-07, MP-08, PP-09, SR-10B, XB-11, DB-13. Например, 35-1 Электрохимический реактор требует не только электроэнергии для приведения в действие реакции электрохимической полимеризации, но и механических частей, таких как 4-1 Подвижный электрод, вентилятор дымоудаления B-04, и 9-14 Подвижная опора, если применимо. 40-5 Коммунальная энергия также необходима для питания 40-3 насосов/компрессора, 40-4 нагревателя/охладителя и системы управления процессом.

40-5 Коммунальная вода, с другой стороны, имеет множество применений, в том числе в качестве теплоносителя и промывочной жидкости. Для интересующего нас процесса 40-5 коммунальная вода может использоваться в качестве промывочной жидкости 21-2 для промывки 1-8 полимера в 1-9 чистый полимер или в качестве охлаждающей жидкости T в теплообменниках, благодаря своей доступности, низкой стоимости и низкому воздействию на окружающую среду для обеих целей. В некоторых вариантах осуществления промывочная жидкость 21-2 и охлаждающая жидкость не обязательно должны быть водой. Например, можно использовать органическую промывочную жидкость 21-2, такую как этанол, а альтернативная охлаждающая жидкость может включать 6 9 аммиак, который также имеет высокую удельную теплоемкость.

Другие коммунальные услуги включают упомянутый неводный теплоноситель и неводную 21-2 промывочную жидкость, но также включают любую другую форму 40-5 коммунальных услуг. Отопительный пар, который доступен в регионе с холодным климатом для бытового отопления, рассматривается как другие коммунальные услуги. Другой тип общих прочих 40-5 Утилиты включает топливо, поставляемое из трубопровода 40-5 Утилиты, например, газ метан для отопления при сжигании. В некоторых вариантах реализации некоторые различные жидкости, такие как газообразный азот или другие химические вещества, жидкие или газообразные, подаются по трубопроводу 40-5 Утилита для конкретных технологических целей, например, для очистки трубы от потока.

### ***40-6 Клапаны***

Существуют различные типы клапанов 40-6. Для интересующего нас процесса используются такие клапаны 40-6, как клапан включения/выключения, регулирующийся клапан, переключающий клапан и обратный клапан.

Клапан включения/выключения используется вместо регулирующего клапана в целях экономии средств, на потоках, где нет необходимости контролировать расход. Для интересующего нас процесса клапаны включения/выключения используются при нижнем сливе емкостей, например, в нижнем сливе D-00A, D-00B, T-01A, T-01B, T-15, D-12, ТВ-14, D-16. При осушении контейнера точный контроль скорости потока обычно не рассматривается, а целью чаще всего является удаление жидкого содержимого контейнера. Учитывая относительно большой объем контейнера по сравнению со скоростью потока при сливе, оператор может непрерывно сливать жидкость без контроля скорости потока, а затем отключать клапан включения/выключения при желаемом уровне жидкости в контейнере, в ситуациях, когда требуется частичный слив жидкости из контейнера. С другой стороны, у PP-09 нет слива, поскольку это твердый полимерный продукт 1-10, и он загружается механически (вручную или роботом) в транспортное средство.

В некоторых вариантах реализации клапан включения/выключения в указанных положениях может быть заменен регулирующими клапанами, когда требуется более точное управление скоростью потока. Регулирующие клапаны 40-6 Клапаны предназначены для более точного управления частичным закрытием, для управления расходом через такое частичное закрытие для достижения желаемого расхода. Степень частичного перекрытия может контролироваться вручную оператором на месте или дистанционно с помощью централизованной системы управления. В связи с необходимостью точного управления расходом во многих потоках технологического процесса широко используются регулирующие клапаны, а именно V-00A, V-00B, V-01A, V-01B, V-02R, V-02, V-03A, V-03B, V-05B, V-04, V-05A, V-06A, V-06B, V-05H, V-05L, V-07B, V-07C, V-11A, V-11B, V-13B, V-13H, V-13L, V-13A, V-15A, V-15B, V-13D, V-16B, V-16C, где нумерация соответствует номеру потока, расход которого регулируется.

В некоторых потоках устанавливаются обратные клапаны для предотвращения обратного потока, который может привести к загрязнению. Обратные клапаны используются в потоках, где возможен обратный поток, который может иметь последствия для процесса, особенно C-02R, C-05L, C-12A, C-12B, C-13A, C-13B, C-15A, C-15B. Эти обратные клапаны используются для соответствующего предотвращения обратного потока соответствующего номера потока, а именно: поток рециркуляции 2R, поток 5L слива бака промывочной жидкости, поток 12A выхода барабана растворителя D-12, поток 12B входа барабана растворителя D-12, поток 13A входа бака побочных продуктов ТВ-14, поток 13B входа экстрактора растворителя XB-11, и поток 15A входа резервуара

электролита Т-15, и поток 15В выхода резервуара электролита Т-15. В некоторых вариантах осуществления дополнительные обратные клапаны могут быть добавлены к другим потокам для обеспечения дополнительной безопасности процесса, хотя и с дополнительными затратами на такие дополнительные обратные клапаны.

Переключающие клапаны обычно используются для управления трехходовым потоком в определенном направлении. Он может быть использован для направления потока, особенно во взаимно исключающем направлении, таким образом, что поток может проходить только по одному пути, но не по обоим одновременно. Используемые переключающие клапаны включают S-03А, S-03В, S-10А, S-10В, S-13Н, S-13L, S-13А, S-13В. Переключающие клапаны используются для направления потока на 2 различных варианта или для слияния 2 альтернативных путей в один поток.

В целях модернизации 34-3 такие переключающие клапаны часто используются в паре, один расходящийся и один сходящийся, для завершения блокировки 34-3 модернизации, включая пару S-03А S-03В для модернизации 35-1 электрохимического реактора, пару S-10А S-10В для модернизации 1-5 регенерационного блока, пару S-13Н S-13L для реверсирования трубопроводов дистилляционной колонны и, наконец, пару S-13А S-13В для реверсирования потоков между побочным продуктом и растворителем.

В некоторых вариантах реализации дополнительные переключающие клапаны могут быть добавлены к потокам, где требуется переключение между альтернативными потоками. В некоторых вариантах реализации переключающий клапан может быть заменен трехходовым клапаном для обеспечения параллельной работы двух потоков, особенно в случае модернизации 34-3, чтобы свести к минимуму перебои в работе, которые привели бы к прекращению получения прибыли, на обычных полимерных заводах с модернизацией 34-3.

Клапан сброса давления используется для обеспечения безопасности процесса для сброса содержимого контейнера, когда давление в контейнере превышает определенный предел, чтобы предотвратить разрыв контейнера. Для интересующего нас процесса клапан сброса давления используется в 1-2 Обычном реакторе CR-03А. В некоторых вариантах реализации дополнительные клапаны сброса давления могут быть использованы в других контейнерах, где присутствует высокое давление.

## Процесс 7-7 Контроль

Процесс 7-7 Контроль представлен на рисунке 48. Процесс 7-7 управления также подробно представлен в виде P&ID на рисунке 49, а дальнейшее пояснение легенды - на рисунке 50. Он состоит из комбинации 48-1 Каскада, 48-2 Фидфорвард, 48-3 Обратная связь, 48-4 Соотношение, 48-5 Раздельный диапазон, 48-6 Переопределение Выбор, чтобы передать любое нарушение процесса на 48 7 индикатор/сигнализацию, где оператор будет реагировать соответствующим образом.

### **48-1 Каскад**

48-1 Каскадное управление - это метод 7-7 управления, объединяющий 2 или более контуров обратной связи, при котором выход одного регулятора (первичного регулятора) регулирует уставку второго регулятора. 48-1 Каскадное управление обеспечивает координацию между различными частями оборудования в 7-5 процессе с 48-8 быстрым реагированием.

На рисунке 51 показана общая схема каскадного управления для процесса 7-5. Общая цель системы управления процессом 7-7 для этого нового процесса 5-1 eIerGreen заключалась в обеспечении производства с желаемой скоростью, особенно для потока полимеров 1-8.

Реализация включает в себя последовательную передачу возмущения на другие части, пока в конечном итоге не будет достигнуто место, где возмущение является приемлемым, как "48-14 резервуар для возмущения". 48-14 Резервуар для возмущения" обычно представляет собой уровень резервуара и потребление энергии, что выражается в расходе материалов и 40-5 коммунальных расходов (вода и 3-1 электроэнергия).

Затем заданное значение SIC 07A используется в качестве ссылки для дистанционного управления FIC 02 (через 48-6 Переопределение Выбор), контроллером индикатора скорости потока 2, IIC 04 (Электрика) контроллером индикатора тока 35-1 электрохимического реактора ER-04, FIC 13A, контроллером индикатора скорости потока 13A, FIC 01A, контроллером индикатора скорости потока 1A вверх по потоку и SIC 08 (Operating) контроллером индикатора скорости литьевой машины MP-08 вниз по потоку.

Контроллер индикатора скорости SIC 10B (рабочий) управляется контроллером индикатора скорости потока FIC 03B потока 3B. FIC 03B, контроллер индикатора скорости потока 3B посылает сигналы на FIC 11B, контроллер индикатора скорости потока ниже по потоку.

Помимо нескольких каскадов, которые охватывают далеко вверх и вниз по потоку, каскадное управление 48-1 также используется для небольших единиц оборудования:

FIC 03A, контроллер индикатора скорости потока 3A управляет PIC 03B, контроллером индикатора давления потока 3A, который поддерживает давление PIT 03B, датчика индикатора давления потока 3A, на заданном уровне. Контроллер индикатора давления PIC 03B потока 3A также зависит от расположенного ниже по потоку 1-12 преобразователя индикатора давления PIT 04 потока 3B, который поддерживается на заданном уровне контроллером индикатора давления PIC 04 потока 3B.

Контроллер индикатора уровня LIC 05A мойки WP-05A управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 05B потока 5B.

Контроллер LIC 06 индикатора уровня отстойника SP-06 управляет как FIC 05A, контроллером индикатора скорости потока 5A, так и FIC 06B, контроллером индикатора скорости потока 6B.

FIC 06A, контроллер индикатора скорости потока 6A, также управляется контроллером индикатора уровня LIC 07 сушилки DP-07.

FIC 06B, контроллер индикатора скорости потока 6B также управляет PIC 06B контроллером индикатора давления потока 6B, который в свою очередь управляет насосом P-06B для поддержания заданного значения PIT 06B датчика индикатора давления потока 6B.

FIC 11B, контроллер индикатора скорости потока 11B, также управляет PIC 11B контроллером индикатора давления потока 11B, который поддерживает заданное значение индикатора давления PIT 11B в потоке 11B, управляя P-11B.

FIC 13B, контроллер индикатора скорости потока 13B также управляет PIC 13B контроллером индикатора давления потока 13B, который удерживает PIT 13B датчик индикатора давления потока 13B в заданном значении, управляя P-13B.

### **48-2 Фидфорвард**

48-2 Фидфорвард - это метод управления параметром 7-5 процесса путем измерения входного сигнала и соответствующей корректировки с преимуществом 48-9 точности. 48-2 Фидфорвард подходит, когда параметр является параметром, который быстро реагирует на изменение, и что возмущение не зависит от сложных факторов.

На рисунке 52 показано простое 48-2 Фидфорвард управление для клапанов. Контроллер FIC 01A получает сигнал от FIT 01A выше по потоку, затем посылает сигнал для управления V-01A ниже по потоку. Характеристика управления с опережением заключается в том, что сигнал, полученный от вышестоящего устройства, посылается нижестоящему устройству для ответа.

Для целей электрохимического производства 7-5 Процесс, 48-2 Фидфорвард используется для относительно предсказуемых подсистем, таких как расход, положение, скорость, ток и 6-5 Приложенное напряжение. Поскольку в указанном 7-5 процессе имеется много таких подсистем, 48 2 Фидфорвард используется широко:

Для потока 31-1 растворителя 0A, FIC 00A, контроллер индикатора расхода потока 0A, поддерживает FIT 00A, передатчик индикатора расхода потока 0A, в заданном положении, управляя клапаном V-00A.

Для потока 32-1 добавок поток 0B, FIC 00B, контроллер индикатора расхода потока 0B, поддерживает FIT 00B, датчик индикатора расхода потока 0B, в заданном положении, управляя клапаном V-00B.

Для потока 1A материала А 68-1, FIC 01A, контроллер индикатора расхода потока 1A, поддерживает FIT 01A, датчик индикатора расхода потока 1A, в заданном положении, управляя клапаном V-01A.

Для материала В поток 1B, FIC 01B, контроллер индикатора расхода потока 1B, поддерживает FIT 01B, датчик индикатора расхода потока 1B, в заданном положении, управляя клапаном V-01B.

Для подготовленного 1-7 потока электролита 2, FIT 02, преобразователь показателя расхода потока 2, поддерживается в заданном положении FIC 02, контроллером показателя расхода потока 2, который управляет клапаном V-02.

AIC 02, контроллер индикатора анализа (состава) подготовленного потока 1-7 электролита 2, используется для поддержания AIT 02, передатчика индикатора анализа (состава) подготовленного потока 1-7 электролита 2, на заданном уровне.

Входной поток рецикла 2R измеряется FIT 02R, преобразователем индикатора скорости потока 2R, и поддерживается на заданном уровне FIC 02R, регулятором индикатора скорости потока 2R, путем управления клапаном V-02R.

Для выходного потока 3A обычного реактора 1-2, FIT 03A, преобразователь показателя расхода потока 3A, поддерживается на заданном уровне FIC 03A, контроллером показателя расхода потока 3A, который управляет клапаном V-03A.

Для скорости перемешивания 1-2 обычного реактора CR-03A, SIC 03A (перемешивание) Контроллер индикатора скорости 1-2 обычного реактора CR-03A, управляющий мешалкой, который поддерживает SIT 03A, передатчик индикатора скорости 1-2 обычного реактора CR-03A, на заданном уровне.

Уровень в 1-2 обычном реакторе LIT 03A, преобразователь индикатора уровня 1-2 обычного реактора CR-03A, поддерживается на заданном уровне с помощью LIC 03A, контроллера индикатора уровня 1-2 обычного реактора CR-03A.

Для потока 3B смеси электролита 1-15 побочного продукта 1-7, FIC 03B, контроллер индикатора скорости потока 3B, поддерживает FIT 03B, преобразователь индикатора скорости потока 3B, на заданном уровне, управляя клапаном V-03B.

Для промывочной жидкости 21-2, поступающей в поток 4 электрохимического реактора 35-1 и выходящей из него, FIT 04, датчик-индикатор скорости потока потока 4, измеряет скорость потока на входе, которая поддерживается на заданном уровне FIC 04, контроллером-индикатором скорости потока 4, управляющим V-04.

С другой стороны, уровень ER 04, LIT 04, преобразователь индикатора уровня 35-1 электрохимического реактора ER-04, контролируется LIC 04, контроллером индикатора уровня 35-1 электрохимического реактора ER-04.

Для 35-1 электрохимического реактора ER-04, EIC04, контроллер индикатора напряжения 35-1 электрохимического реактора ER-04, SIC 04, контроллер индикатора скорости 35-1

электрохимического реактора ER-04, и ZIC 04, контроллер индикатора положения (лопасти) 35-1 электрохимического реактора ER-04, соответственно управляют EIT 04, передатчиком индикатора напряжения 35-1 электрохимического реактора ER-04, SIT 04, передатчиком индикатора скорости 35-1 электрохимического реактора ER-04, и ZIT 04, (Лезвие) передатчиком индикатора положения 35-1 электрохимического реактора ER-04.

Для потока 5A промытой 1-9 чистой полимерной суспензии используется FIC 05A, контроллер индикатора скорости потока 5A, чтобы поддерживать FIT 05A, преобразователь индикатора скорости потока 5A, на заданном уровне, управляя клапаном V-05A.

Скорость перемешивания в промывателе WP-05A измеряется SIT 05A, передатчиком индикатора скорости промывателя WP-05A, который поддерживается на заданном уровне SIC 05A, контроллером индикатора скорости промывателя WP-05A, который управляет мешалкой.

Уровень удержания WP-05A измеряется LIT 05A, преобразователем индикатора уровня промывочной машины WP-05A, и управляется LIC 05A, контроллером индикатора уровня промывочной машины WP-05A.

Для подачи свежей промывочной жидкости 21-2 в промывочную машину, поток 5B, FIC 05B, контроллер индикатора скорости потока 5B, используется для поддержания FIT 05B, датчика индикатора скорости потока 5B, на заданном уровне, управляя клапаном V-05B.

Для подачи промывочной жидкости 21-2 в поток 5B, AIT 05B, (Состав) индикатор анализа потока 5B, измеряет концентрацию 1-14 отработанного электролита в потоке 5B, и поддерживается на заданном уровне AIC 05B, (Состав) индикатор анализа контроллера потока 5B.

Для подачи свежей 21-2 промывочной жидкости в бак промывочной жидкости поток 5H, FIC 05H, контроллер индикатора скорости потока потока 5H, в свою очередь, поддерживает FIT 05H, датчик индикатора скорости потока потока 5H на заданном уровне, управляя клапаном V-05H.

Для нагнетания потока в бак для моющей жидкости поток 5L, FIC 05L, контроллер индикатора расхода потока 5L поддерживает FIT 05L, датчик индикатора расхода потока 5L в заданном положении, управляя клапаном V-05L.

Уровень задержания осадка 1-9 чистого полимера Р измеряется LIT 06, преобразователем индикатора уровня установки SP-06, и контролируется LIC 06, контроллером индикатора уровня установки SP-06.

Для потока 6А 1-9 чистого полимерного осадка, FIC 06А, контроллер индикатора скорости потока 6А, поддерживает FIT 06А, датчик индикатора скорости потока 6А, на заданном уровне, управляя клапаном V-06А.

Для верхнего 21-2 потока промывочной жидкости 6В, FIC 06В, контроллер индикатора скорости потока 6В, используется для поддержания FIT 06В, датчика индикатора скорости потока 6В, на заданном уровне, управляя клапаном V-06В.

Для потока 7А чистого полимерного порошка 1-9, контроллер SIC 07А, (Индикатор скорости транспортировки) потока 7А, удерживает SIT 07А, (Индикатор скорости транспортировки) передатчик потока 7А в заданном положении. Фактически, это важная часть процесса 7 7 управления.

Для парового потока 7В, FIC 07В, контроллер индикатора скорости потока 7В поддерживает FIT 07В, датчик индикатора скорости потока 7В на заданном уровне, управляя клапаном V-07В.

Для охлаждающего потока 7С конденсатора X-07В, FIC 07С, контроллер индикатора расхода потока 7С, поддерживает FIT 07С, датчик индикатора расхода потока 7С, на заданном уровне, управляя клапаном V-07С.

Для рабочей скорости ТПА МР-08, SIC 08, контроллер индикатора скорости ТПА МР-08 используется для управления SIT 08, преобразователем индикатора скорости ТПА МР-08 напрямую.

Для рабочей скорости узла упаковки полимеров РР-09, SIC 09, контроллер индикатора скорости узла упаковки полимеров РР-09, контролирует скорость упаковки SIT 09, передатчик индикатора скорости узла упаковки полимеров РР-09.

Для регенератора сорбента SR-10В, SIC 10В, (Конвейирование) Контроллер индикатора скорости регенератора сорбента SR-10В, поддерживает SIT 10В, (Конвейирование) Трансмиссия индикатора скорости регенератора сорбента SR-10В, на заданном уровне, управляя двигателем/мотором регенератора сорбента SR-10В.

Для скорости перемешивания экстрактора растворителя XB-11, SIC 11, (перемешивание) контроллер индикатора скорости экстрактора растворителя XB-11 держит SIT 11, (перемешивание) передатчик индикатора скорости экстрактора растворителя XB-11, в заданной точке, управляя двигателем/мотором экстрактора растворителя XB-11.

LIT 11, индикатор уровня экстрактора растворителя XB-11 измеряет уровень экстрактора растворителя, поддерживаемый на заданном уровне контроллером LIC 11, индикатором уровня экстрактора растворителя XB-11.

Для экстракта растворителя поток 11A, FIC 11A, контроллер индикатора потока 11A, удерживает FIT 11A, преобразователь индикатора потока 11A, на заданном уровне, управляя клапаном V-11A.

Для рафината 1-7 поток электролита 11B, FIC 11B, контроллер индикатора скорости потока 11B, поддерживает FIT 11B, датчик индикатора скорости потока 11B, на заданном значении, управляя клапаном V-11B.

AIT 11B, преобразователь индикатора анализа (состава) потока 11B, поддерживается на заданном значении контроллером AIC 11B, контроллером индикатора анализа (состава) потока 11B.

Для потока 12A подачи растворителя, FIC 12A, контроллер индикатора скорости потока 12A, поддерживает FIT 12A, преобразователь индикатора скорости потока 12A, в заданном положении, управляя клапаном V-12A.

Для потока перелива растворителя 12B FIC 12B, контроллер индикатора скорости потока 12B, поддерживает заданное значение FIT 12B, датчика индикатора скорости потока 12B, управляя клапаном V-12B.

Уровень в резервуаре измеряется LIT 13, преобразователем индикатора уровня дистилляционной колонны DB-13, поддерживается в заданном положении LIC 13, контроллером индикатора уровня дистилляционной колонны DB-13.

Для ступени подачи измеряется ZIT 13, Передатчик индикатора положения подачи на XB-13, который поддерживается в заданном положении ZIC 13, Контроллером индикатора положения подачи на XB-13, путем управления положением входной подачи дистилляционной колонны XB-13.

Для потока 1-15 побочного продукта Н 13А, FIC 13А, контроллер индикатора скорости потока 13А, поддерживает FIT 13А, передатчик индикатора скорости потока 13А, на заданном уровне, управляя клапаном V-13А.

Анализ побочного продукта 1-15 измеряется АIT 13А, передатчиком индикатора анализа (состава) потока 13А, который поддерживается на заданном уровне АIC 13А, контроллером индикатора анализа (состава) потока 13А.

Для потока рециркуляции растворителя 13В, FIC 13В, контроллер индикатора скорости потока 13В, управляет FIT 13В, передатчиком индикатора скорости потока 13В, на заданном уровне посредством управления клапаном V-13В.

АIT 13В, преобразователь индикатора анализа (состава) потока 13В, поддерживается на заданном значении посредством АIC 13В, контроллера индикатора анализа (состава) потока 13В.

Для потока 13D охлаждающей жидкости конденсатора X-13С, FIC 13D, контроллер индикатора скорости потока 13D, поддерживает FIT 13D, датчик индикатора скорости потока 13D, в заданном положении, управляя клапаном V-13D.

Для рефлюксной дистилляции поток 13Н, FIC 13Н, контроллер индикатора расхода потока 13Н, поддерживает FIT 13Н, преобразователь индикатора расхода потока 13Н, на заданном уровне, управляя клапаном V-13Н.

Для нижнего продукта дистилляционной колонны поток 13L, FIC 13L, контроллер индикатора расхода потока 13L, поддерживает FIT 13L, датчик индикатора расхода потока 13L, на заданном уровне, управляя клапаном V-13L.

Для притока в резервуар поток 15А, FIC 15А, контроллер индикатора скорости потока 15А, поддерживает FIT 15А, преобразователь индикатора скорости потока 15А, в заданном значении, управляя клапаном V-15А, а для оттока из резервуара поток 15В, FIC 15В, контроллер индикатора скорости потока 15В, поддерживает FIT 15В, преобразователь индикатора скорости потока 15В, в заданном значении, управляя клапаном V-15В.

LIT 16, датчик-индикатор уровня охлаждающей жидкости барабана D-16, поддерживается в заданном положении с помощью LIC 16, контроллера-индикатора уровня охлаждающей жидкости барабана D-16.

Для подачи охлаждающего воздуха в поток 16В, FIC 16В, преобразователь индикатора скорости потока 16В, поддерживается в заданном положении FIC 16В, контроллером индикатора скорости потока 16В, путем управления клапаном V-16В.

Для подачи охлаждающей жидкости в поток 16С, FIC 16С, преобразователь показателя расхода потока 16С, поддерживается на заданном значении FIC 16С, регулятором показателя расхода потока 16С, путем управления клапаном V-16С.

Кроме вышеуказанного простого управления 48-2 Фидфорвард, 48-2 Фидфорвард также используется в 48-1 каскадном режиме для управления другим контроллером, расположенным ниже по потоку:

LIT 03А, преобразователь индикатора уровня 1-2 обычного реактора CR-03А, также влияет на SIC03А, контроллер индикатора скорости (перемешивания) 1-2 обычного реактора CR-03А.

IIC 04, (Электрический) контроллер индикатора тока 35-1 электрохимического реактора ER-04, представляет заданную степень реакции в 35-1 электрохимическом реакторе ER-04 и как таковой используется для управления практически всем, что связано с 35-1 электрохимическим реактором ER 04. Прежде всего, он обеспечивает заданное значение для IIT 04, (электрического) индикаторного преобразователя тока 35-1 электрохимического реактора ER-04. Он также управляет EIC 04, контроллером индикатора напряжения 35-1 электрохимического реактора ER-04, SIC 04, контроллером индикатора скорости (электрода) 35-1 электрохимического реактора ER-04, и ZIC 04, контроллером индикатора положения лопаток 35-1 электрохимического реактора ER-04.

IIC 04, (Электрический) контроллер индикатора тока 35-1 электрохимического реактора ER-04, также управляет FIC 03В, контроллером индикатора скорости потока 3В вниз по течению.

Заданное значение SIC 05А, контроллера индикатора скорости (перемешивания) промывателя WP-05А, также зависит от LIT 05А, преобразователя индикатора уровня промывателя WP-05А.

FIC 06А, контроллер индикатора скорости потока 6А, управляет FIC 06В, контроллером индикатора скорости потока 6В.

TIC 07, контроллер индикатора температуры сушилки DP-07, управляется расходом на входе FIC 06А, контроллер индикатора расхода потока 6А.

FIC 07C, контроллер индикатора скорости потока 7C, управляется TIC 07, контроллером индикатора температуры сушилки DP-07, и FIC 07B, контроллером индикатора скорости потока 7B.

SIC 08, (рабочий) контроллер индикатора скорости формовочной машины MP-08, также управляет SIC 09, (рабочим) контроллером индикатора скорости устройства для упаковки полимеров PP-09 далее по течению.

FIC 11A, контроллер индикатора скорости потока 11A, управляет FIC 13B, контроллером индикатора скорости потока 13B.

LIT 11, передатчик индикатора уровня экстрактора растворителя XB-11, также посылает сигнал на SIC 11, контроллер индикатора скорости экстрактора растворителя XB-11.

AIT 11A, контроллер индикатора анализа (состава) потока 11A, посылает сигналы на AIC 13A, контроллер индикатора анализа (состава) потока 13A.

TIT 13C, преобразователь индикатора температуры потока 13C, измеряет температуру на входе в конденсатор, а FIT 13C, преобразователь индикатора скорости потока 13C, измеряет скорость потока, оба затем посылают сигналы на FIC 13D, контроллер индикатора скорости потока 13D.

FIT 16A, передатчик индикатора скорости потока 16A, посылает сигнал на FIC 16B, контроллер индикатора скорости потока 16B.

LIC 16, контроллер индикатора уровня охлаждающей жидкости барабана D-16, управляет FIC 16C, контроллером индикатора расхода потока 16C.

TIT 16A, датчик индикатора температуры потока 16A, поддерживается на заданном уровне TIC 16A, контроллером индикатора температуры потока 16A, путем управления вентилятором В-16В и FIC 16B, контроллером индикатора скорости потока 16B.

### ***48-3 Обратная связь***

48-3 Обратная связь используется, когда требуется 48-10 Надежность, например, когда параметр реагирует медленно, а возмущение включает сложные факторы. Для электрохимического 7-5 процесса 48-3 Обратная связь используется для 7-5 параметров процесса, которые зависят от более сложных явлений, трудно контролируемых 48-2 Фидфорвард, и где отклонение может повлиять на скорость и качество производства. На рисунке 53 показан пример управления с 48-3

обратной связью. AIC 05B получает сигнал от AIT 05B ниже по потоку, затем посылает сигналы на вышестоящий FIC 05L для дальнейшего реагирования. Характеристика обратной связи заключается в том, что сигнал посылается от нижестоящего подразделения к вышестоящему подразделению для ответа.

Из-за цели координации между блоками, 48-3 Обратная связь для электрохимического 7-5 процесса в основном используется в 48-1 каскадном стиле:

FIC 00A, контроллер индикатора скорости потока 0A управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 ниже по потоку.

FIC 00B, контроллер индикатора скорости потока 0B управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 ниже по течению.

FIC 01A, контроллер индикатора скорости потока 1A, в качестве ограничивающего реагента, управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 вниз по потоку.

FIC 01B, контроллер индикатора скорости потока 1B управляется FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 ниже по течению.

Вверх по потоку FIC 02, контроллер индикатора скорости потока 2, управляет FIC 00A, контроллером индикатора скорости потока 0A, FIC 00B, контроллером индикатора скорости потока 0B, FIC 01A, контроллером индикатора скорости потока 1A, FIC 01B, контроллером индикатора скорости потока 1B и FIC 02R, контроллером индикатора скорости потока 2R.

Вместе с FIC 02 Контроллер индикатора скорости потока 2, AIC 02 (Состав) Контроллер индикатора анализа потока 2 управляет FIC 00A, Контроллер индикатора скорости потока 0A, FIC 00B, Контроллер индикатора скорости потока 0B, FIC 01A, Контроллер индикатора скорости потока 1A, FIC 01B, Контроллер индикатора скорости потока 1B и FIC 02R, Контроллер индикатора скорости потока 2R.

FIC 02R, контроллер индикатора скорости потока 2R, также управляет FIC 11B, контроллером индикатора скорости потока 11B.

Температура измеряется TIT 03A, преобразователем индикатора температуры 1-2 обычного реактора CR-03A, которая поддерживается на заданном уровне TIC 03A, контроллером индикатора

температуры 1-2 обычного реактора CR-03A, который управляет нагревателем H-02, расположенным выше по потоку.

TIC 03A, Контроллер индикатора температуры 1-2 конвенционального реактора CR-03A также зависит от температуры на выходе ниже по потоку TIT 03B, Трансмиситтер индикатора температуры потока 3B.

PIT 03A, датчик-индикатор давления 1-2 обычного реактора CR-03A, поддерживается на заданном уровне PIC 03A, контроллером-индикатором давления 1-2 обычного реактора CR-03A, который управляет насосами/компрессором Q-02 восходящего потока 40-3.

Выше по потоку, контроллер индикатора скорости потока 5A FIC 05A управляет как FIC 05B, контроллером индикатора скорости потока 5B, так и FIC 04, контроллером индикатора скорости потока 4.

Контроллер индикатора анализа AIC 05B (Состав) потока 5B работает, управляя FIC 05L, контроллером индикатора скорости потока потока 5L.

FIC 05L, контроллер индикатора скорости потока 5L, впоследствии управляет FIC 05H, контроллером индикатора скорости потока 5H.

FIC 06A, контроллер индикатора скорости потока 6A управляется SIC 07A, контроллером индикатора скорости (транспортировки) потока 7A.

Вверх по потоку FIC 06A, контроллер индикатора скорости потока 6A, управляет FIC 05A, контроллером индикатора скорости потока 5A.

Уровень удержания LIT 07, датчик индикатора уровня сушилки DP-07, также зависит от SIC 07A, контроллера индикатора скорости (транспортировки) сушилки DP-07, и управляется LIC 07, контроллером индикатора уровня сушилки DP-07.

Температура TIT 07, преобразователя индикатора температуры сушилки DP-07, фиксируется на заданном уровне TIC 07, контроллером индикатора температуры сушилки DP-07, путем управления системой отопления сушилки.

TIT 10A, преобразователь индикатора температуры сорбционной установки SB-10A измеряет температуру, поддерживаемую на заданном уровне TIC 10A, контроллером индикатора

температуры сорбционной установки SB-10A, путем управления контроллером индикатора скорости SIC 10B (транспортировка) регенератора сорбента SR-10B.

FIC 11A, контроллер индикатора скорости потока 11A зависит от FIC 13A, контроллера индикатора скорости потока 13A.

Контроллер индикатора уровня LIC 11 экстрактора растворителя XB-11 работает, управляя FIC 03B, контроллером индикатора скорости потока 3B.

Температура измеряется TIT 13, преобразователем индикатора температуры дистилляционной колонны DB-13, и поддерживается на заданном уровне TIC 13, контроллером индикатора температуры дистилляционной колонны DB-13, путем управления ребойлером H-13L.

Вверх по потоку FIC 13A, контроллер индикатора скорости потока 13, управляет FIC 11A, контроллером индикатора скорости потока 11A.

Контроллер индикатора анализа AIC 13A (состав) потока 13A управляет контроллером индикатора анализа AIC 13B (состав) потока 13B и контроллером индикатора положения ZIC 13 подачи в XB-13 выше по течению.

#### ***48-4 Соотношение***

48-4 Соотношение Контроль включает в себя мониторинг и управление соотношением 48-11 кратных отношений между 7-5 параметрами процесса. Обычно, но не ограничиваясь этим, задается стехиометрическое соотношение скоростей потоков в различных потоках. Для электрохимического 1-8 производства полимеров 5-1 eIerGreen Процесс, контроль соотношения 48-4 используется в основном для контроля и управления составом 1-7 электролита.

На рисунке 54 показан контроль соотношения 48-4 для дистилляционной колонны. FIC 13A, FIC 13B и AIT 11A посылают сигнал на RIY 13A для управления FIC 13H на основе соотношения расходов, а FIC 13B, AIC 13B и AIC 13A посылают сигнал для оценки RIY 13B для управления FIC 13L.

RIY11, реле индикатора соотношения для восстановления электролита 1-5 используется для контроля и управления составом электролита 1-7 путем управления либо потоком сорбции 45-1, либо потоком экстракции растворителя 44-1. Реле индикатора соотношения RIY 11 для восстановления электролита 1-5 управляется контроллером индикатора расхода FIC 03B потока

ЗВ, передатчиком индикатора анализа АИТ 03В (Состав) потока ЗВ, контроллером индикатора расхода FIC 11В потока 11В, контроллером индикатора анализа АИС 11В (Состав) потока 11В и контроллером индикатора анализа АИС 13В (Состав) потока 13В.

Для пути сорбции реле индикатора соотношения регенерированного электролита RIY 11 управляет SIC 10В, контроллером индикатора скорости (транспортировки) регенератора сорбента. Для пути экстракции растворителя реле индикатора соотношения RIY 11 регенерированного электролита 1-7 управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 13В.

В тракте экстракции растворителя для дистилляционной колонны DB-13 используется еще один регулятор соотношения 48-4 в виде RIY 13А и RIY 13В, которые соответственно управляют рефлюксом и донной дистилляцией. Контроллер FIC 13А индикатора скорости потока побочного продукта 13А управляет реле индикатора соотношения RIY 13А рефлюкса дистилляции и реле индикатора соотношения RIY 13В донной дистилляции.

Для рефлюкса дистилляции реле индикатора соотношения RIY 13А рефлюкса дистилляции управляется контроллером индикатора скорости потока FIC 13В потока растворителя 13В.

Передачик индикатора анализа АИТ 11А (Состав) потока экстракта 11А также посылает сигналы на реле индикатора соотношения RIY 13А дистилляционного рефлюкса. Реле индикатора соотношения RIY 13А дистилляционного рефлюкса затем управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 13Н потока рефлюкса 13Н.

Для реле индикатора соотношения RIY 13В донной дистилляции оно управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 13L донного потока 13L. Контроллер индикатора анализа АИС 13А (Состав) потока побочного продукта 13А также управляет реле индикатора соотношения RIY 13В донного потока дистилляции.

#### ***48-5 Диапазон разделения***

Управление 48-5 Раздельный диапазон используется для 48-12 Необходима другая реакция, когда контроллер используется для управления 2 конечными элементами управления, такими как 2 из 40-6 клапанов, как показано на рисунке 56. В некоторых реализациях управление 48-5 Раздельный диапазон используется для 7-7 контроля уровня, температуры и 1-12 давления. В некоторых реализациях разделенный диапазон включает мертвую зону вблизи заданного значения, то есть

диапазон, в котором контроллер не реагирует, когда отклонение от заданного значения ниже определенного предела, как показано на рисунке 5б, для экономии затрат на переключение между различными рабочими диапазонами А и В.

На рисунке 55 показано управление 48-5 Раздельный диапазон. LIC 05В посылает сигнал на FIC 05L или FIC 05Н, в зависимости от уровня жидкости в Т-05В в разных диапазонах. Когда уровень находится в более высоком диапазоне (диапазон В), FIC 05L (управление В) будет управляться для сброса жидкости. Когда уровень находится в нижнем диапазоне (диапазон А), FIC 05Н (управление А) управляется для добавления некоторого количества жидкости из 40-5 Утилита в Т-05В.

Для электрохимического 1-8 производства полимеров 5-1 elerGreen Процесс, 48-5 Контроль раздельного диапазона используется для контроля уровня в резервуаре 7-7 Контроль, соединенном с резервуаром, включая смесительный бак М-02 с резервуаром Т-15, бак промывочной жидкости Т-05В с 40 5 Утилита, и экстрактор растворителя ХВ-11 с барабаном растворителя D-12.

Уровень в резервуаре измеряется преобразователем индикатора уровня LIT 02 смесительного резервуара М-02 и регулируется контроллером индикатора уровня LIC 02 смесительного резервуара М-02. Контроллер индикатора уровня LIC 02 смесительного резервуара М-02, в свою очередь, управляет, посредством 48-5 Раздельный диапазон, как FIC 15А, контроллером индикатора скорости потока 15А, так и FIC 15В, контроллером индикатора скорости потока 15В.

Уровень в резервуаре измеряется датчиком-индикатором уровня LIT 05В резервуара промывочной жидкости Т-05В и управляется контроллером-индикатором уровня LIC 05В резервуара промывочной жидкости Т-05В, который также работает для управления FIC 05Н, контроллером-индикатором скорости потока 5Н и FIC 05L, контроллером-индикатором скорости потока 5L.

Контроллер индикатора уровня LIC 11 экстрактора растворителя ХВ-11 также работает, управляя 48-5 диапазоном разделения для обоих FIC 12А, контроллера индикатора скорости потока 12А и FIC 12В, контроллера индикатора скорости потока 12В.

### ***48-6 Переопределение выбора***

Управление 48-6 Переопределение Выбор обычно используется для баланса между 48-13 гибкостью и безопасностью технологической системы во время скачков в 7-5 процессе, когда периодически требуется вторичное 7-7 управление. Обычно оно не используется, но ограничивается целями безопасности технологического процесса, такими как поддержание 1-12 давления, уровня в резервуаре и температуры.

На рисунке 57 показан регулятор 48-6 Переопределение Выбор. Во время обычной работы, когда уровень LIT 13 находится на приемлемом уровне, FIC 13B берет на себя управление FIC 11A. Когда уровень LIT 13 превышает пороговое значение, LIC 13 вместо FIC 13B берет на себя управление FIC 11A.

Для электрохимического 1-8 производства полимеров 7-5 процесса управление 48-6 Переопределение Выбор используется для поддержания уровня в резервуаре, когда сложная установка выше и ниже по течению затрудняет управление 48-5 Раздельный диапазон. Когда уровень в резервуаре находится в пределах рабочего диапазона, клапаны 40-6 управляются контроллером потока. Однако, когда уровень в резервуаре падает ниже порогового значения, клапаны 40-6 вместо этого управляются регулятором уровня 7-7.

Для 1-2 обычного реактора CR-03A, когда уровень в резервуаре находится в желаемом диапазоне, заданное значение SIC 07A используется как ссылка для дистанционного управления FIC 02 контроллером индикатора расхода потока 2. Когда уровень в резервуаре не находится в желаемом диапазоне, контроллер индикатора уровня LIC 03A обычного реактора CR-03A управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 02 потока 2.

Для 35-1 электрохимического реактора ER-04, когда уровень в резервуаре находится в желаемом диапазоне, уставка SIC 07A комбинируется с контроллером индикатора тока IIC 04 (электрический) 35-1 электрохимического реактора ER-04 для управления FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2 вверх по потоку. Когда уровень в резервуаре не находится в желаемом диапазоне, LIC 04, контроллер индикатора уровня 35-1 электрохимического реактора ER-04, управляет FIC 02, контроллером индикатора скорости потока 2.

Для дистилляционной колонны DB-13, когда уровень в баке находится в желаемом диапазоне, FIC 11A, контроллер индикатора скорости потока 11A, управляется FIC 13A, контроллером индикатора скорости потока 13A и FIC 13B, контроллером индикатора скорости потока 13B. Когда уровень в резервуаре не находится в диапазоне, контроллер индикатора уровня LIC 13 дистилляционной колонны DB-13 управляет контроллером индикатора скорости потока FIC 11A потока 11A.

#### ***48-7 Индикатор/сигнализация***

Согласно первому принципу управления процессом 7-7 Контроль, всякий раз, когда происходит изменение параметра процесса 7-5, вызывающее возмущение, это изменение не может быть устранено, вместо этого оно просто передается через процесс 7-7 Контроль. Для интересующего нас процесса 5-1 elerGreen стратегия управления процессом 7-7 направлена на перенос всех возмущений из химического 7-5 процесса, таких как скорость производства 1-8 полимеров, в некий "48-14 резервуар для возмущений", который имеет огромную толерантность к возмущениям, например, уровень резервуара для материалов.

Рисунок 58 иллюстрирует метод управления 48-7 индикатор/сигнализация. Это самый простой вариант, где LI 00A используется для измерения и сообщения об уровне резервуара. Есть 2 предела, на первом пределе он просто показывает значение уровня и напоминает оператору о необходимости контролировать запасы вручную, на втором пределе сигнализация звучит как более сильное напоминание, а процесс может быть остановлен для обеспечения безопасности процесса.

48-7 Индикатор/сигнализация используется для "48-14 Резервуар для возмущений", таких как уровень резервуара для хранения, поскольку уровень резервуара рассчитан на большой допуск и длительный промежуток времени. Например, резкое повышение температуры в обычном реакторе 1-2 или электрохимическом реакторе 35-1 приведет к нарушению скорости производства в считанные минуты, но если имеется система управления охлаждением 7-7, то она может перевести такое нарушение в резкое увеличение расхода охлаждающей жидкости, что приведет к увеличению счета за коммунальные услуги 40-5, что является менее нежелательным результатом.

Резервуары для хранения обычно рассчитаны на достаточное количество 1-6 реактивов для работы в течение более чем 1 дня. В результате процесс 7-7 управления стремится использовать

их в качестве "48-14 резервуара для возмущения". Во многих случаях возмущение в 7-5 процессе в конечном итоге будет передаваться как более высокая скорость расходования резервуаров, что дает ряд преимуществ:

- Более длительное время реагирования
- Более терпимые исходы
- 7-5 Безопасность процесса

Другие "48-14 Резервуар для возмущения", которые не регламентируются, а просто контролируются оператором - это уровни удержания:

- WI09, Индикатор веса полимерной упаковки PP-09
- LI 00A, индикатор уровня бочки с растворителем D-00A
- LI 00B, Индикатор уровня барабана с добавками D-00B
- LI 01A, Индикатор уровня питательного резервуара А Т-01А
- LI 01B, Индикатор уровня питательного бака В Т-01В
- LI 12 Индикатор уровня барабана с растворителем D-12
- LI 14 Индикатор уровня резервуара побочного продукта ТВ-14
- LI 15, Индикатор уровня резервуара Т-15

## Процедура эксплуатации 7-8

Процедура 7-8 разбита на рисунке 59 и включает в себя 59-1 укладку, 59-2 развертывание, 34-3 модернизацию, 59-3 техническое обслуживание и, наконец, 34-4 утилизацию отходов.

### *59-1 Укладка*

В промышленных установках электрохимические реакторы 35-1 укладываются в матрицы или массивы для минимизации занимаемого пространства. Благодаря прямоугольной форме сосудов 9-20 в горизонтальной плоскости, укладка в массивы 59-1 является очень эффективной с точки зрения использования пространства.

Рисунок 60 демонстрирует очень эффективный способ расположения электродов. Во-первых, электроды могут быть расположены поочередно или в совокупности. Попеременное расположение более энергоэффективно, поскольку расстояние между 3-2 анодом и 3-3 катодом меньше, а значит, меньше энергии рассеивается в виде сопротивления. Для достижения этой конфигурации жесткий изолятор 60-3 может быть использован в качестве опоры для закрепления анода 3-2 и катода 3-3 на одной опоре без короткого замыкания, что является стратегией, используемой для вращающегося дискового электрода 9-3 и спирального/винтового электрода 9-4.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 уложены в матрицу 2x1, как показано на Фиг. 61, то есть электрохимические реакторы 35-1 выглядят как пара с 1 из 61-4 Стороны укладки. Это обеспечивает 3 из 61-3 Сторона обслуживания для 61-1 Персонала для обслуживания оборудования. Две стороны сосуда 9-20, которые могут быть сделаны прозрачными, позволяют персоналу 61-1 заглядывать в сосуд 9-20 для наблюдения за сосудом 9-20.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 уложены в матрицу 2x2, как показано на фиг. 62, с 2 из 61-4 сторон укладки, это обычная установка, поскольку она обычно является компромиссом между компактностью и удобством использования, так как она по меньшей мере обеспечивает 2 из 61-3 сторон обслуживания для персонала 61-1 для развертывания, устранения неполадок и обслуживания электрохимических реакторов 35-1.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 уложены в матрицу 2хп, как показано на фиг. 63, с 3 из 61-4 стороной укладки. За исключением концевых электрохимических реакторов 35-1, которые имеют 2 из 61-3 стороны обслуживания, это обеспечивает только 1 из 61-3 сторону обслуживания для персонала 61-1.

Однако этой 1 из 61-3 сторон обслуживания обычно достаточно для 61-1 персонала для обслуживания 35-1 электрохимических реакторов, особенно для удаления 9-13 опор.

Рисунок 64 демонстрирует фактическую реализацию матричного массива 2хп из 35-1 электрохимических реакторов, для варианта 9-2 конвейерного ленточного электрода. В силу конструктивных соображений, направленных на экономию средств и пространства, транспорт 9-9 твердого тела может быть объединен вместе, в то время как такие компоненты, как 9-20 сосуд, 9-13 опора и 9-17 удаление газа, могут быть размещены модульно для облегчения развертывания и 59-3 обслуживания.

В некоторых вариантах осуществления штабелирование 35-1 электрохимических реакторов, обращенных наружу, как показано на Фиг. 65, может уменьшить проблему 59-3 обслуживания, но за счет меньшей компактности.

В некоторых вариантах осуществления электрохимические реакторы 35-1 укладываются в матрицы, как показано на рисунке 66. Это максимизирует компактность, но за счет удобства использования. В зависимости от ситуации, это может быть использовано, особенно когда более масштабная установка делает установку системы 9-13 опор, свисающих с потолка, экономически целесообразной для таких матриц, где 61-1 Персонал не может подойти непосредственно к оборудованию на любом 66-1 окруженном блоке.

### ***59-2 Развертывание***

Благодаря модульной природе и конструкции сборки существует удобный способ развертывания 35-1 электрохимического реактора. Развертывание 59-2 показано на рисунке 67.

Как показано на рисунке 67, первым шагом является 67-1 Развертывание реактора, где 9-20 Сосуд сначала размещается в указанном месте на площадке, а 7-6 Трубопровод подсоединяется к резервуару и выводится из него. Если имеется несколько электрохимических реакторов, они укладываются в массивы в соответствии с требованиями 59-1 "Укладка".

Вторым шагом является 67-2 Развертывание опоры электродов, где электроды 9-13 Опоры затем устанавливаются на резервуары. Обратите внимание, что электрод 9-13 Поддержка должен находиться в поднятом положении, чтобы электрод не столкнулся с резервуаром во время 59-2 развертывания.

Третий шаг – 67-3 Регулировка положения электрода, где для 9-14 подвижной опоры 9-13, такой как корпус рамы 23-4 на колесах 23-3, опору 9-13 можно вручную подтолкнуть к резервуару и отрегулировать ее положение. Когда положение зафиксировано, электрод опускается вниз с помощью домкрата до подходящего вертикального положения в резервуаре, чтобы впоследствии электрод мог погрузиться в электролит 1-7. Для варианта 9-15 Встроенная опора оба шага 67-2 Развертывание опоры электрода и 67-3 Регулировка положения электрода могут быть пропущены.

Четвертый шаг – 67-4 Развертывание твердого транспорта, где 9-12 Канал затем устанавливается на 35-1 Электрохимический реактор, а 7-6 Трубопроводы подключается к шайбе и от нее.

Последний шаг – 67-5 Установить газоотвод, где 9-17 Газоотвод устанавливается, если это применимо для реакции электрохимической полимеризации. Сначала газоотвод 9-17 с крышкой 24-2 устанавливается на электрод, а затем его положение вместе с крышкой 24-3 и грузом 24-4 подгоняется по размеру. Затем производится подключение газопровода 7-6 от вентиляционного отверстия 24-1 газоотвода 9-17 к системе вытяжки наверху, обычно с помощью крюка 7-6 к потолку.

Затем выполняется подключение 7-6 Трубопроводы к другим операциям устройства.

### ***34-3 Модернизация***

34-3 Модернизация обычного 1-8 полимерного 7-5 процесса включает следующую общую 7-8 процедуру:

35-1 Электрохимический реактор ER-04 сначала устанавливается параллельно с обычным реактором CR-03A в соответствии с процедурой 59-2 развертывания, включая C-04, поток 4 с V-04, вытяжные устройства и 7-6 трубопроводы. При необходимости штабелирования электрохимические реакторы 35-1 укладываются в массивы в соответствии с методикой 59 1 штабелирования.

Традиционный 1-8 полимерный процесс 7-5 временно остановлен. Затем жидкости в процессе 7-5 сливаются, и при необходимости отсоединяются следующие секции:

- Клапан V-02 и 1-2 Обычный реактор CR-03A.
- Фильтр CF-03B и насос P-03B
- Фильтр CF-03B и промывочная машина WP-05A

Для вышеуказанных секций устанавливается каждый переключающий клапан, и выполняются следующие соединения:

- S-03A к входу жидкости 35-1 электрохимического реактора ER-04
- S-3B к выходу жидкости C-04 электрохимического реактора 35-1 ER-04
- S-04 к выходу промывки 35-1 электрохимического реактора ER-04

Если обычный процесс 7-5 включает один и тот же метод регенерации (оба потока 45-1 сорбции до и после модернизации 34-3 или оба потока 44-1 экстракции растворителя до и после модернизации 34-3), поиск и устранение неисправностей можно проводить сразу после установки. Если традиционный процесс 7-5 включает другой метод регенерации 1-5, необходимо провести 34-3 модернизацию блоков регенерации 1-5. Для 34-3 дооснащения блоков регенерации 1-5 жидкости из следующих секций сливаются, а секции отсоединяются:

- V-03B и SB-10A/XB-11
- P-11B и SB-10A/XB-11.

Для вышеуказанных секций каждый переключающий клапан устанавливается между ними и выполняются следующие соединения:

- S-10A - SB-10A/XB-11
- S-10B - SB-10A/XB-11

Если в новом процессе 7-5 задействована дистилляционная колонна DB-13 и происходит смена ключа, необходимо также выполнить 34-3 Переоборудование дистилляционной колонны.

Жидкости из следующих секций сливаются, а секции отсоединяются:

- Рефлюкс дистилляционной колонны до V-13A
- низ дистилляционной колонны к P-13B

Для вышеуказанных секций устанавливается каждый переключающий клапан и выполняются следующие соединения:

- S-13H и S-13A к V-13A
- S-13L и S-13B к P-13B.

Дополнительные соединения выполняются между:

- S-13H - C-13B - S-13B
- S-13L - C-13A - S-13A

Если необходима другая промывочная жидкость 21-2, для замены промывочной жидкости 21-2 можно слить жидкости T-05B, WP-05A, SP-06 и DP-07.

Электрохимический 37-1 байпас запущен и протестирован, по сравнению с 1-2 обычным реактором.

Остальные части процесса 7-5 устраняют неполадки, чтобы соответствовать электрохимическому реактору 35-1. Устранение неисправностей включает в себя либо незначительные изменения параметров процесса, либо более серьезные изменения, такие как изменение состава смеси или даже замена частей оборудования.

### ***59-3 Техническое обслуживание***

В силу 7-1 конструкции устройства, обслуживание 59-3 более удобно, чем 1-2 Обычные реакторы и обычные электролизеры.

По сравнению с 1-2 обычным реактором, особенность удаления электрода сверху для нового 35-1 электрохимического реактора дает преимущество, особенно для 59-3 обслуживания, потому что эта особенность позволяет избежать времени и сложности слива и пополнения резервуара для жидкости, что позволяет сократить время простоя и снизить затраты на 59-3 обслуживание.

Для проведения технического обслуживания 59-3 процедура разворачивания 59-2 выполняется в обратном порядке в соответствии с рисунком 67. Сначала отключается питание электрохимической реакции и 4-1 подвижного электрода, чтобы убедиться, что обе реакции и 9-5 механические движения остановлены. Хотя также рекомендуется остановить приток и отток жидкости из сосуда 9-20 по более строгим соображениям 7-5 безопасности процесса, его можно

оставить включенным, особенно если поток не турбулентный. Затем вытяжной шкаф выключается, и 9-17 Газоотвод снимается с электрода и помещается в другое место, что является обратной процедурой по сравнению с 67-5 Установка газоотвода. Небольшое отличие от процедуры 59-2 Развертывание заключается в том, что система 9-9 Твердое транспортное средство может оставаться на месте (а не сниматься), а электрод может быть поднят домкратом, после выполнения процедуры 67-3 Отрегулируйте положение электрода в обратном порядке для извлечения его из резервуара, так что этап 67-4 Развертывание твердого транспорта в обратном порядке может быть пропущен. Опора 9-13 с поднятым на домкрате электродом может быть отодвинута в качестве обратного шага 67-2 Развернуть опору электрода из резервуара в подходящее место для 59-3 Технического обслуживания, включая, но не ограничиваясь этим, очистку поверхности электрода и замену отработанных частей.

например, тупых лезвий. Однако сосуд 9-20 обычно неподвижен, поэтому операцию 67-1 Развертывание реактора в обратном направлении для извлечения сосуда 9-20 можно пропустить. Для облегчения работы оператора, дотянуться до 59-3 Обслуживание, электрод может быть освобожден вниз, как это необходимо по эргономическим соображениям.

После 59-3 Технического обслуживания электрод подтаскивается к сосуду 9-20 и устанавливается в положение "домкрат вверх" в соответствии с процедурой 67-2 Развертывание опоры электрода. Последующая процедура подготовки 35-1 электрохимических реакторов к работе аналогична процедуре 59-2 Развертывания.

### ***34-4 Удаление отходов***

Для 34-4 Управления отходами экстрактор необходимо установить перед питательными баками. В некоторых вариантах реализации для извлечения активного ингредиента используется оборудование, установленное в электрохимическом 1-8 полимерном 7-5 процессе выше по потоку. В некоторых других вариантах реализации это делается на другой очистной установке 34-4, которая может принадлежать компании elerGreen или просто работать по субподряду с другими заводами) и просто доставляется на электрохимический завод по производству полимеров 1-8.

Во многих случаях для выделения активного ингредиента из 5-2 химических отходов необходимо очистительное оборудование. Например, при обработке лакокрасочного шлама 5-2 Химические отходы требуется выделение этиленгликоля.

## Примеры и эксперименты

### *Общие эксперименты*

Протоколы включают 3 основных компонента: 1-1 Подготовка, 35-1 Работа электрохимического реактора и отбор проб:

#### **1-1 Приготовление:**

1-1 Приготовление 1-7 электролита включает смешивание материалов, а именно жидких 1-6 реактивов и твердых растворителей для получения 1-7 электролита желаемого состава. Если имеется материал 68-2 В, то смешивание (в контейнере, таком как стакан 69-1) материала 68-2 В с материалом 68-1 А является самым первым этапом 1-1 приготовления, особенно потому, что если материал 68-2 В смешивается первым, то стехиометрическое соотношение между материалами 68-1 А и 68-2 В очень легко контролируется. Жидкость смеси (68 1 Материал А и В), или жидкость 68 -1 Материал А (если 68-2 Материал В не имеет значения), затем смешивают (в соответствии с рассчитанным составом) с 31-1 Растворителем, таким как вода, если желательна разбавление, особенно когда присутствие разбавителя служит в качестве 31-1 Растворителя для твердого растворенного вещества. После каждого смешивания к смеси применяют механическое перемешивание для обеспечения однородного смешивания по всей жидкой фазе.

Затем жидкость из 68-1 материала А, 68-2 материала В (если применимо) и 31-1 растворителя (если применимо) смешивают с взвешенным количеством растворителя, во многих случаях соединения ионной соли. Во многих случаях растворитель находится в твердой форме, например, в виде порошка или гранул, так что распределение однородности твердого вещества не происходит легко. В этом случае смесь либо непрерывно перемешивают в течение определенного времени, пока все твердое вещество не растворится. По этой причине для достижения равномерного перемешивания требуется больше времени из-за более медленного процесса растворения. Смесь также можно умеренно нагреть для ускорения процесса растворения твердого вещества, после чего смесь снова охлаждают до температуры окружающей среды.

В некоторых случаях растворитель находится в жидкой форме, такой как ионная жидкость, где не происходит растворения, тогда растворитель смешивают простым механическим перемешиванием аналогично 68 1 материалам А и В или смеси с разбавителем.

Количественное определение состава производится с помощью объема, веса или молей. Для количественного определения жидкость измеряется либо по весу (с помощью весов), либо по объему (с помощью мерного цилиндра или объемной колбы, или их комбинации), а твердое вещество - по весу.

### **35-1 Работа электрохимического реактора:**

Для удобства измерений реакционная установка была выполнена в режиме периодического действия в установке периодического действия. Эксперимент состоит из простой электролизной ячейки периодического действия. Экспериментальная установка состоит из реакционного сосуда 9-20 (обычно это коническая колба 68-6, как показано на рисунке 68, или стакан 69-1, как показано на рисунке 69), содержащего проводящие материалы (3-3 катод и 3-2 анод) в качестве 70-1 рабочего электрода и 10-1 противоиэлектрода, подключенного к источнику постоянного тока 3-1 и погруженного в жидкую смесь (1-7 электролит), при этом электролит непрерывно перемешивается и, если необходимо, нагревается. Сосуд 9-20 также имеет трубку 68-9, соединенную с расходомером 68-7 пузырьков для измерения скорости потока любого газа, выделяющегося в результате электрохимической реакции. Реакционный сосуд 9-20 и расходомер 68-7 Пузырек закрепляются в нужном положении с помощью зажима на подставке реторты.

Электроды состоят из двух проводящих пластин, изготовленных из меди, никеля, цинка и нержавеющей стали, погруженных в электролит с одного конца и подключенных к источнику постоянного тока 3-1. Электрод, подключенный к положительному (+) полюсу источника питания постоянного тока 3-1, называется анодом 3-2, а электрод, подключенный к отрицательному (-) полюсу источника питания постоянного тока 3-1, называется катодом 3-3. Электролит перемешивается и нагревается обычно с помощью магнитной мешалки 68-5 и горячей плиты с мешалкой 68-4 соответственно.

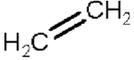
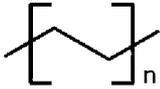
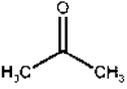
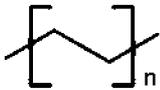
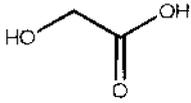
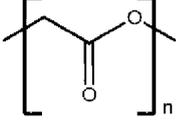
Электрохимическая реакция происходит при прохождении электрического тока через электролит 1-7. Полимерный продукт 1-8 Р, если он твердый, оседает на поверхности электрода в виде твердого осадка 3-5. Кроме того, побочный продукт 1-15 Н образуется в виде жидкости и диффундирует в электролит 1-7. В зависимости от используемого электролита 1-7, побочный продукт 1-15 Н может быть далее разложен электрохимически на газы и в конечном итоге выведен с электродов, например, при расщеплении воды на водород и кислород. Хотя выделение

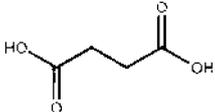
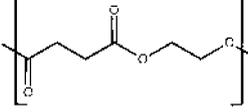
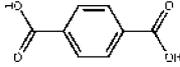
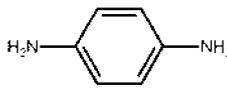
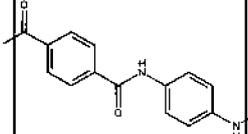
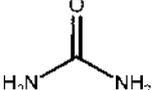
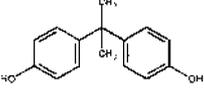
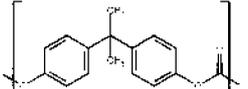
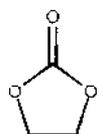
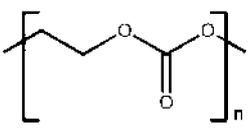
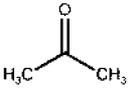
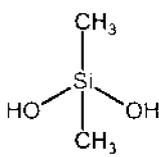
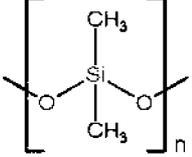
газов будет слишком незначительным для воспламенения, а сами газы нетоксичны, аппарат будет установлен и запущен в вытяжном шкафу в качестве дополнительной меры предосторожности.

Электролит 1-7 состоит по меньшей мере из 68-1 материала А в качестве 1-6 реактивов и 68-3 растворенной соли для обеспечения электропроводности для облегчения электрохимической реакции. В зависимости от конкретного случая может потребоваться 68-2 материал В в качестве другого 1-6 реактива, или могут использоваться 32-1 добавки, такие как 31-1 растворитель.

Конкретные 1-6 реактивы, задействованные для каждого случая, подробно описаны в следующей таблице 24:

Таблица 24 Сводка примеров

68-1 Материал А	68-2 Материал В	1-8 Полимер Р	1-15 Побочный продукт Н	68-3 Растворенная соль	31-1 Косольвент
Этен 	-	Полиэтилен 	-	Хлорид лития <i>LiCl</i>	Ацетон 
Этиламин 	-	Полиэтилен 	6-9 Аммиак <i>NH<sub>3</sub></i>	Хлорид лития <i>LiCl</i>	Вода <i>H<sub>2</sub>O</i>
Гликолевая кислота 	-	Полигликолевая кислота 	Вода <i>H<sub>2</sub>O</i>	Хлорид натрия <i>NaCl</i>	Вода <i>H<sub>2</sub>O</i>

Этилен гликоль 	Сукциновая кислота 	Полиэтилен сукцинат 	Вода $H_2O$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$
Терефталевая кислота 	п-фенилен диамин 	Полиарил амид 	Вода $H_2O$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$
6-1 Карбамид 	6-2 Бисфенол А 	6-7 Поликарбонаты 	6-9 Аммиак $NH_3$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$
Карбонат этилена 	-	Полиэтилен карбонат 	-	Хлорид лития $LiCl$	Ацетон 
Диметилсиланеди ол 	-	Полисилан/силикон 	Вода $H_2O$	Хлорид натрия	Вода $H_2O$

**а. Ввод в эксплуатацию:.**

Запуск электрохимического реактора 35-1 включал постепенное заливание подготовленного электролита 1-7 в реакционный сосуд 9-20 с помощью фильтрующей воронки. Затем электроды с 68-8 пробкой устанавливаются в реакционный сосуд 9-20, а другой конец электродного провода подключается к источнику постоянного тока 3-1 Электроэнергия. Затем вилка источника питания

постоянного тока 3-1 Электроэнергия включается, при этом заданный ток (работа с постоянным током) и/или 6-5 приложенное напряжение (работа с постоянным 6-5 приложенным напряжением) устанавливаются на желаемое значение. Затем включается еще одна кнопка "вкл." (обычно присутствует для точности определения времени и 7-5 безопасности процесса) на источнике питания постоянного тока 3-1 и запускается таймер (включая секундомер или даже телефонный таймер) для регистрации времени, затраченного на работу реактора.

***b. Выключение:***

Чтобы выключить реактор после эксперимента, 3-1 Сначала отключают электропитание постоянного тока и останавливают таймер, без определенного порядка. Затем выключается нагрев 68-4 горячей пластины с мешалкой. После этого выключается мешалка 68-4 Горячая плита с мешалкой. Затем вилка источника питания постоянного тока 3-1 электричества выключается, и реактор оставляется для постепенного охлаждения до комнатной температуры. Когда реактор остынет до безопасной температуры, электрод с пробкой 68-8 демонтируется из реактора. Отработанный электролит 1-14 сливается в промаркированный закрытый контейнер и хранится. Наконец, оба электрода с пробкой 68-8 и реакционный сосуд 9-20 промываются, высушиваются и убираются на хранение.

**iii) Отбор проб и измерение:**

***a. Отбор проб:***

Для отбора проб сначала приостанавливается работа источника питания постоянного тока 3-1 электричества путем выключения кнопки "вкл", одновременно приостанавливается таймер. Точное время, на которое отреагировал таймер, записывается. Затем пробка 68-8 снимается с сосуда 9-20 и временно помещается на чистую емкость.

Для отбора проб жидкости из сосуда 9-20 с помощью пипетки набирают небольшое количество 1-14 отработанного электролита. Затем пипетка используется для слива отобранного электролита 1-14 Отработанные в пробирку. Пробирка тщательно запечатывается и маркируется соответствующим образом. При необходимости флакон охлаждают для сохранения состава.

Для отбора проб твердого осадка 3-5, особенно 1-8 полимера, твердый осадок 3-5 соскабливается с электрода с помощью хозяйственного ножа. Затем твердый осадок 3-5 собирается на фильтровальную бумагу, помещенную на воронку с контейнером на дне (для сбора фильтрата), и

тщательно промывается дистиллированной/деионизированной водой. Твердый осадок 3-5 оставляют до высыхания, после чего собирают в пробирку.

После указанного отбора проб пробка 68-8 снова затягивается на реакционном сосуде 9-20. Кнопка питания 3-1 электричеством постоянного тока снова включается, и одновременно возобновляется таймер.

***b. Измерение:***

**68-7 Пузырьковый расходомер Установка:**

Перед измерением расхода газа расходомер 68-7 Пузырек необходимо настроить. Сначала в колбу расходомера 68-7 Пузырек добавляют пузырьковую жидкость (это может быть мыло или моющее средство, разбавленное водой) до такого уровня, чтобы жидкости в колбе было достаточно, но не слишком много, чтобы затопить выход газа из реактора. Затем колбу сжимают для временного затопления газового выхода реактора и отпускают до первоначального уровня затопления. Затем наблюдают, как слой пузырьков поднимается до 68-10 первой отметки (0 мл), 68-11 последующей отметки (обычно 5 мл) и затем еще 68-11 последующей отметки (обычно 10 мл). Когда пузырек поднимается к вершине в первый раз и лопается, внутренняя стенка 68-7 пузырькового расходомера будет смочена жидкостью (мыльной водой) и готова к измерению расхода газа.

**Измерение расхода газа:**

Для измерения скорости потока газа, после подготовки расходомера 68-7 Пузырек, как описано выше, колбу сжимают для временного заполнения газового выхода реактора, а затем отпускают в исходное положение без заполнения. Слой пузырьков медленно поднимается, и таймер запускается, как только слой пузырьков поднимается до отметки 68-10 Сначала (0 мл). Таймер останавливается и фиксируется время, когда пузырек поднимается до второй (5 мл) или третьей (10 мл) отметки. Расход газа может быть оценен на основании данных пузырькового расходомера 68-7 в соответствии с уравнением 35:

$$F = \frac{V_1}{t_1} = \frac{V_2}{t_2}$$

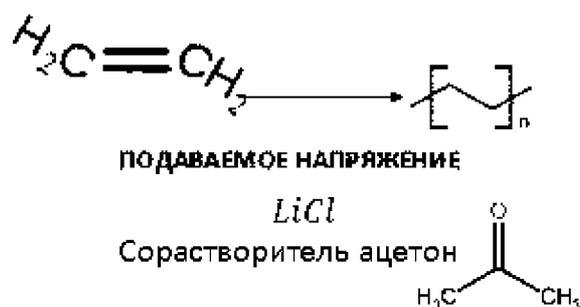
**Уравнение 35**

Где для этого случая  $V_1 = 5 \text{ ml}$  and  $V_2 = 10 \text{ ml}$ .

Любая последующая метка 68-11 работает до тех пор, пока объем соответствует, хотя конечная последующая метка 68-11 обычно приводит к более точному измерению при меньшей относительной неопределенности, поскольку ошибка времени реакции человека при определении времени и ошибка параллакса при чтении метки будут относительно ниже при больших измерениях.

### Пример 1: Этилен

Первый пример представляет собой простейший вариант 7-3 аддитивного полимера, иллюстрируемый уравнением 36, - электрохимическую полимеризацию этена с образованием полиэтилена. В этом случае материалом 68-1 А является эфин, материал 68-2 В не требуется, а полимером 1-8 Р является полиэтилен, и побочный продукт 1-15 отсутствует. Заметим, однако, что не существует побочного продукта 1-15 от маршрута реакции полимеризации, но не другие побочные реакции. В качестве проводящей 68-3 растворенной соли выбран хлорид лития, LiCl, за его растворимость в органической фазе. Растворителем 31-1 выбран ацетон за его смешиваемость с эфином:



Уравнение 36

### Пример 2: Этиламин

Второй пример представляет собой более сложный вариант 7-3 аддитивного полимера, показанный в уравнении 37, с участием 1-15 побочного продукта - электрохимической полимеризации этиламина с образованием полиэтилена. В этом случае материалом 68-1 А

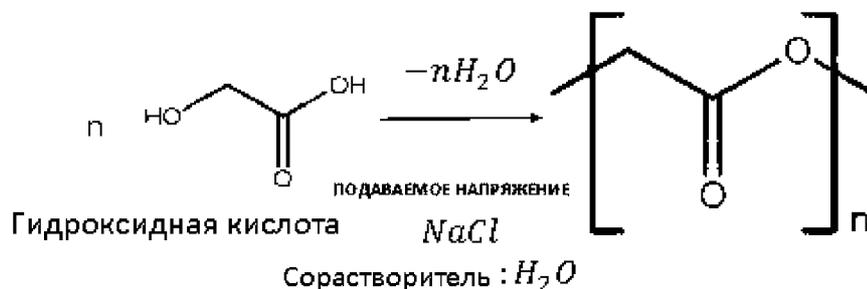
является этиламин, материал 68-2 В не нужен, а полимером 1-8 Р является полиэтилен, но на этот раз побочным продуктом 1-15 является 6-9 аммиак. В качестве проводящей 68-3 растворенной соли выбран хлорид лития, LiCl, за его растворимость в органической фазе. Растворителем 31-1 выбран ацетон за его смешиваемость с этиламино и эфином:



Уравнение 37

### Пример 3: Гликолевая кислота

Третий пример представляет собой простейший вариант 7-4 конденсационного полимера, показанного в уравнении 38, с участием того же вида мономера - электрохимической полимеризации гликолевой кислоты с образованием полигликолевой кислоты. В этом случае материалом 68-1 А является гликолевая кислота, материал 68-2 В не нужен, полимер 1-8 Р является полигликолевой кислотой, а образующийся побочный продукт 1-15 представляет собой воду. Проводящая 68-3 Растворенная соль выбрана в качестве хлорида натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп гликолевой кислоты. Растворителем 31-1 выбрана вода за ее смешиваемость с гликолевой кислотой:



Уравнение 38

#### Пример 4: Этиленгликоль и янтарная кислота

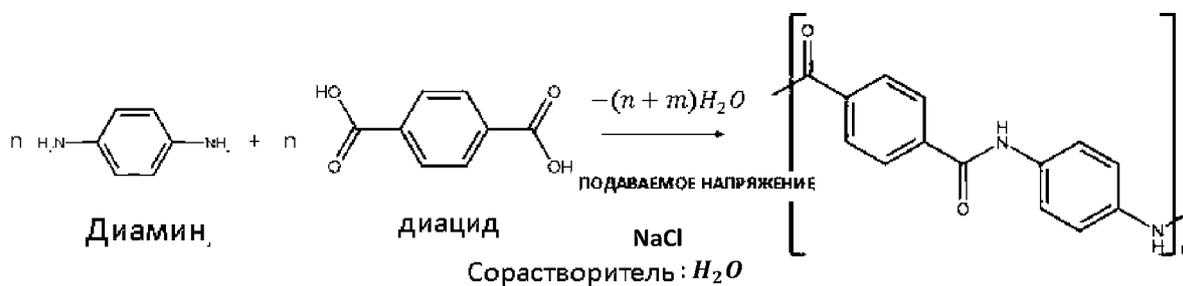
Четвертый пример представляет собой несколько более сложный вариант 7-4 конденсационного полимера, проиллюстрированного в уравнении 39, между двумя различными видами мономеров - электрохимической полимеризацией этиленгликоля и янтарной кислоты с образованием полиэтилсукцината. В данном случае материалом 68-1 А является этиленгликоль, материалом 68-2 В - янтарная кислота, полимером 1-8 Р - сукцинат полиэтилена, а образующимся побочным продуктом 1-15 является вода. В качестве растворяющей соли 68-3 выбирают хлорид натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей с -ОН группами как этиленгликоля, так и янтарной кислоты. Растворителем 31-1 выбрана вода за ее смешиваемость с полярной фазой этиленгликоля и янтарной кислоты:



**Уравнение 39**

#### Пример 5: *p*-фенилендиамин и терефталевая кислота

Пятый пример представляет собой более сложный вариант 7-4 конденсационного полимера, иллюстрируемого уравнением 40, между двумя различными видами мономеров и с участием функциональных групп, отличных от -ОН группы, электрохимической полимеризацией *p*-фенилендиамина и терефталевой кислоты с образованием полиарил-амида. В данном случае материалом 68-1 А является *p*-фенилендиамин, материалом 68-2 В - терефталевая кислота, полимером 1-8 Р - полиарил-амид, а образующимся побочным продуктом 1-15 является вода. Проводящая 68-3 Растворенная соль выбрана в качестве хлорида натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп терефталевой кислоты и -NH групп *p*-фенилендиамина. Растворитель 31-1 выбран как вода для его смешиваемости с полярной фазой *p*-фенилендиамина и терефталевой кислоты:



Уравнение 40

### Пример 6: 6-2 Бисфенол А и 6-1 Мочевина

Шестой пример представляет собой еще более сложный вариант 7-4 конденсационного полимера, описываемого уравнением 41, между двумя различными видами мономеров, функциональными группами, отличными от группы -ОН, и неводным 1-15 побочным продуктом - электрохимической полимеризацией 6-2 бисфенола А и 6-1 мочевины с образованием 6-7 поликарбонатов. В этом случае материал 68-1 А представляет собой 6-2 бисфенол А, материал 68-2 В представляет собой 6-1 мочевины, в то время как полимер 1-8 Р представляет собой 6-7 поликарбонаты, а образующийся побочный продукт 1-15 представляет собой 6-9 аммиак. Проводящая 68-3 растворенную соль выбрана в качестве хлорида натрия, NaCl, за его растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп 6-2 бисфенола А и -NH групп 6-1 мочевины. В качестве растворителя 31-1 выбран 6-9 аммиак для его смешиваемости с полярной фазой 6-2 бисфенола А и 6-1 мочевины.:



Уравнение 41

### Пример 7: Этиленкарбонат

Седьмой пример представляет собой экзотический, хотя и простой вариант 7-4 конденсационного полимера, описываемого уравнением 42, включающий кольцевое открытие того же вида мономера, электрохимическую полимеризацию этиленкарбоната с образованием полиэтиленкарбоната. В этом случае материалом 68-1 А является этиленкарбонат и материал 68-2 В не требуется, а полимером 1-8 П является полиэтиленкарбонат и побочный продукт 1-15 отсутствует. Заметим, однако, что отсутствует 1-15 побочный продукт от маршрута реакции полимеризации, но не от других побочных реакций. Проводящая 68-3 Растворенная соль выбрана в качестве хлорида лития, LiCl, за его растворимость в преимущественно органической фазе этиленкарбоната. Растворитель 31-1 выбран как ацетон за его смешиваемость с этиленкарбонатом:



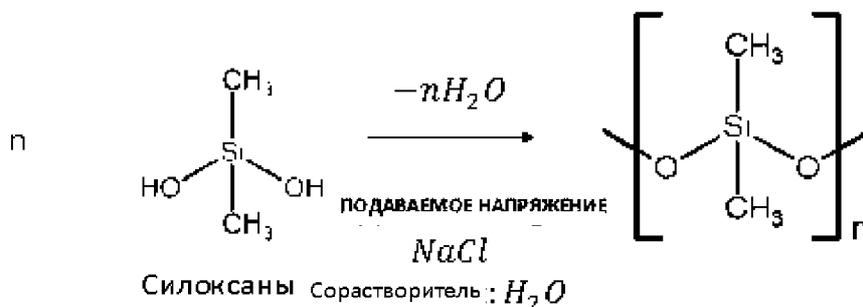
Уравнение 42

### Пример 8: Диметилсиланедиол

Восьмой пример представляет собой экзотический, но по-другому, хотя и простой, вариант 7-4 Конденсационного полимера, описываемого уравнением 43, с участием 33-14 гетероатомов: Полисилоксаны Полисульфон, полифосфат, полинитрат, 33-15 Полисилоксаны 7-4 Конденсационный полимер, где соседний атом мономерной основы не является атомом углерода, электрохимическая полимеризация диметилсиланедиола с образованием 33-15 Полисилоксанов. В данном случае материалом 68-1 А является диметилсиландиол, материал 68-2 В не требуется, в то время как полимером 1-8 Р являются полисилоксаны 33-15, а побочным продуктом 1-15 является вода. В качестве проводящей 68-3 растворенной соли выбран хлорид натрия, NaCl, за его

растворимость в полярной фазе из-за обилия водородных связей от -ОН групп диметилсилоксанов.

Растворителем 31-1 выбрана вода за ее смешиваемость с диметилсилоксанами.

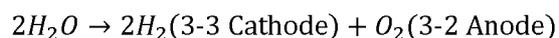


#### Уравнение 43

#### Содержание наблюдений

На рисунке 70 обобщены наблюдения за проведенными реакциями на примере реакций. Во время реакции 1-8 полимер находится на 70-1 рабочем электроде обычно в виде 3-5 твердого осадка слева, который может быть удален. Однако, если полимер 1-8 находится в жидкой форме или растворим в фазе электролита 1-7 в виде жидкого полимера 70-2, то жидкий полимер 70-2 просто диффундирует в электролит 1-7. В зависимости от типа полимера 1-8 прочность адгезии к поверхности электрода различна. В некоторых случаях твердый осадок 3-5 выпадает при легком встряхивании, а в некоторых случаях для того, чтобы соскрести твердый осадок 3-5 с поверхности, требуется твердый материал, такой как щипцы или нож.

На поверхности анода 3-2 и катода 3-3 также образуются пузырьки газа 70-3. В большинстве случаев катод 3-3 имел меньшие, но более интенсивные пузырьки газа 70-3, чем анод 3-2. Это объясняется тем, что на катоде 3-3 выделяется больше моль газа, чем на аноде 3-2, в силу стехиометрической природы многих реакций выделения газа. Например, расщепление воды в уравнении 44 часто происходит, когда в электролите 1-7 присутствует вода, либо как побочный продукт 1-15 Н, либо как сорастворитель:



#### Уравнение 44

1-15 Побочный продукт Н обычно бесцветен и может быть виден только как поток прозрачной жидкости (видимой из-за отличного показателя преломления от 1-7 электролита), которая диффундирует в 1-7 электролит. Как видно, при такой реакции катод 3-3 будет выделять больше газа, чем анод 3-2.

### ***Результаты и анализ***

Продукты могут быть идентифицированы с помощью таких методов химического анализа, как ГХ-МС (газовая хроматография-масс-спектрометрия), FTIR (инфракрасная спектроскопия с преобразованием Фурье) и UV-Vis (спектроскопия в ультрафиолетово-видимом свете).

Как показано на рисунке 71, идентификация происходит путем сравнения спектров, представляющих собой сигнал против параметра сканирования, между 1-7 Электролитом, 1-14 Отработанным электролитом и Известным продуктом. Существует сигнал, возникающий в результате реакций, который соответствует известным видам. Такое сравнение может быть далее количественно выражено в концентрации С, которая затем может быть использована для оценки конверсии, которая может быть оценена уравнением 45:

$$X = \frac{CV - C_0V_0}{C_0V_0} \times 100\%$$

#### ***Уравнение 45***

Где V - конечный объем 1-7 электролита,  $V_0$  - начальный объем 1-7 электролита, а  $C_0$  - концентрация материала А в первоначально приготовленном 1-7 электролите. Фактически, из-за жидкофазного характера системы, конечный объем 1-7 электролита не изменился значительно по сравнению с начальным объемом.

Затем конверсию X можно сравнить, как показано на рисунке 72, с суммарным зарядом Q. Суммарный заряд - это просто общий электрический заряд, прошедший через электрохимический реактор 35-1. Если предположить, что в ходе экспериментов используется постоянный ток, то кумулятивный заряд будет просто равен току, умноженному на время, согласно уравнению 46:

$$Q = It$$

#### ***Уравнение 46***

Можно отметить, что конверсия линейна при низком кумулятивном заряде, но затем плато при высоком кумулятивном заряде. Это объясняется тем, что конверсия также ограничена концентрацией 1-6 реактивов в сосуде 9-20. При низком кумулятивном заряде такой эффект концентрации незначителен, поэтому линия кажется линейной. При высоком кумулятивном заряде значительное количество реактивов 1-6 было истощено в результате реакции, поэтому снижение концентрации достаточно значительно, чтобы снизить реакционную способность реактивов 1-6.

Моль прореагировавшего вещества можно просто оценить в соответствии с уравнением 47:

$$N = CV - C_0V_0 = C_0V_0X$$

**Уравнение 47**

Количество электронов можно оценить по суммарному заряду согласно уравнению 48:

$$n_e = \frac{Q}{F} = \frac{It}{F}$$

**Уравнение 48**

Где  $F \approx 96485$  С/моль - постоянная Фарадея, представляющая собой число зарядов на моль электронов. Число электронов на реакцию может быть получено из градиента на рисунке 73.

С другой стороны, график приложенного напряжения следует в целом линейной зависимости от тока на рисунке 74. Ниже порогового напряжения реакция не произойдет, поскольку энергетический барьер для реакции не преодолен. Выше порогового напряжения график зависимости приложенного напряжения от тока имеет линейную зависимость в рабочем диапазоне, как показано на рисунке 74. Градиент графика представляет собой сопротивление 35-1 электрохимического реактора. Чем выше градиент, тем выше увеличение приложенного напряжения 6-5 для требуемого тока, тем выше электрическая энергия, рассеиваемая на резистивный нагрев электрохимического реактора 35-1 (особенно электролита 1-7) путем нагрева. Таким образом, при проектировании такого рода электрохимических реакторов 35-1 необходимо снижать электрическое сопротивление электролита 1-7 для уменьшения рассеивания энергии в виде тепла.

Наконец, скорость потока газа в зависимости от тока имеет в целом линейную зависимость, как показано на рисунке 75. Это разумно, учитывая, что скорость выделения газа, согласно стехиометрии, прямо пропорциональна току, проходящему через электроды.

## Список цитирования

- [1] P. R. Gruber, E. S. Hall, J. J. Kolstad, M. L. Iwen, R. D. Benson и R. L. Borchardt, "Непрерывный процесс производства лактидных полимеров с очисткой путем дистилляции". Патент Соединенных Штатов Америки 5,357,035, 16 сентября 1993 г.
- [2] Р. М. Маньик, В. Е. Уолкер и Т. П. Уилсон, "Непрерывные процессы производства этиленовых полимеров и катализаторы, пригодные для них". Патент Соединенных Штатов Америки 3,300,458, 19 августа 1963 года.
- [3] Т. Маруяма и К. Уэно, "Процесс производства ароматических полиэфиров из гидроксibenзойной кислоты и продукты из них". Патент Соединенных Штатов Америки 4,075,173, 28 января 1977 года.
- [4] Х. Саламанка, "Роботизированная система и метод для катодной зачистки в электрометаллургических и промышленных процессах". Патент Соединенных Штатов Америки 11/598,145, 13 ноября 2006 г.
- [5] П. М. Ясберг, "Процесс снятия металла с катода". Патент Соединенных Штатов Америки 3,501,385, 8 мая 1967 года.
- [6] Х. Наарманн, "Электрохимическая полимеризация пирролов, анод для ее проведения и продукты, полученные с помощью этой процедуры". Патент Соединенных Штатов Америки 4,547,270, 23 июля 1984 г.
- [7] Y. Wei, G.-W. Jang and C.-C. Чан, "Полимеризация тиофена и его производных". Патент Соединенных Штатов Америки 4,986,886, 30 мая 1990 года.

## Требования

1. Реактор для электрохимической реакции, содержащий:

емкость для содержания раствора электролита;

по меньшей мере один электрод и по меньшей мере один противоэлектрод, при этом электроды расположены в резервуаре таким образом,

первый участок электрода и противоэлектрод погружают в раствор электролита,

второй участок электрода не погружен в раствор электролита, а электрод перемещается таким образом, что его положение остается, а размер площади поверхности первого участка, который погружен в электролит, и второй части, не погруженной в раствор электролита, остается тогда, когда площадь поверхности электрода осаждаются продуктами, сформированными из электрохимической реакции; и

расположенное в контакте с электродом для удаления осажденных продуктов из электрода.

2. Реактор по п.1, в котором противоэлектрод дополнительно содержит первую часть, которая погружена в раствор электролита, и вторую часть, которая не погружена в раствор электролита.

3. Реактор по п.1 или 2, в котором перемещение электрода перемешивает раствор электролита для поддержания по существу гомогенной концентрации.

4. Реактор по любому из пп. 1-3, в котором электрический контакт при перемещении электрода дополнен проводящей щеткой, контактирующей с электродом.

5. Реактор по любому из пп. 1-3, в котором электрод является цилиндрическим, а перемещение цилиндрического электрода является вращением вокруг оси цилиндрического электрода.

6. Реактор по любому из пп. 1-3, в котором электрод содержит проводящую конвейерную ленту.

7. Реактор по п.6, в котором электрод дополнительно содержит по меньшей мере два шкива, и по меньшей мере один из по меньшей мере двух шкивов частично погружен в раствор электролита.

8. Реактор по п.7, в котором по меньшей мере один из по меньшей мере двух шкивов, частично погруженных в раствор электролита, не является проводящим.

9. Реактор по п. 8, дополнительно содержащий по меньшей мере две механические системы передачи, в частности первичную систему передачи для передачи механического движения от

двигателя или двигателя, и вторичную систему передачи для передачи механического движения на электрод.

10. Реактор по п.9, в котором система первичной передачи содержит, по меньшей мере, одну шестерню, закрепленную на валу.

11. Реактор по п.9, в котором система первичной передачи содержит, по меньшей мере, один шкив, закрепленный на валу.

12. Реактор по п.9, в котором вторичная система передачи содержит, по меньшей мере, один шкив, закрепленный на валу.

13. Реактор по п. 9, в котором вторичная система передачи содержит, по меньшей мере, один цепной привод, закрепленный на валу.

14. Реактор по п.1, в котором устройство для удаления находится в контакте со второй частью электрода.

15. Реактор по п.14, в котором устройство для удаления содержит жесткую пластину для соскабливания осажденных продуктов со второй части электрода.

16. Реактор по п.15, в котором степень наклона жесткой пластины является регулируемой.

17. Реактор по п.17, в котором жесткая пластина является регулируемой посредством пружинной системы.

18. Реактор по п. 1, в котором реактор дополнительно содержит систему конвейерной ленты, расположенную на другом конце устройства для удаления, которое не находится в контакте с электродом для удаления осажденных продуктов с электрода трением.

19. Реактор по п.18, в котором система конвейерной ленты содержит абразивную поверхность.

20. Реактор по п.1, в котором конвейерная конвейерная система транспортирует удаляемые осажденные продукты в сторону от второй части электрода.

21. Реактор по п.18, в котором устройство для удаления находится в контакте с первой частью электрода.

22. Реактор по п.1, в котором реактор дополнительно содержит дренажную систему, расположенную на другом конце устройства для удаления, которое не находится в контакте с электродом для сбора, транспортировки и промывки удаляемых осажденных продуктов.

23. Реактор по п.22, в котором дренажная система содержит створку для предотвращения просыпания осажденных продуктов во время сбора из устройства для удаления.

24. Реактор по любому из пп. 1-3, в котором электрод выполнен дискообразным, а перемещение является вращением вокруг оси диска.

25. Реактор по любому из пп. 1-3, отличающийся тем, что электрод содержит червячный винт, а перемещение червячного винта осуществляется вокруг оси вала червячного винта.

26. Реактор по любому одному из пунктов 25, в котором вращение винтового червячного электрода перемещает раствор электролита в конкретном направлении.

27. Реактор по любому из пп. 25-26, в котором устройство для удаления содержит второй червячный винт с относительным перемещением поверхности относительно поверхности электрода для удаления осажденных продуктов, сформированных на указанной поверхности электрода.

28. Реактор по п.27, в котором второй червячный винт вращается в том же направлении, что и червячный винт.

29. Реактор по п.27, в котором второй червячный винт вращается в противоположном направлении относительно червячного винтового электрода.

30. Реактор по п.1, в котором противоэлектрод содержит проводящие материалы, закрепленные на стенках емкости/резервуара.

31. Реактор по п.1, дополнительно содержащий систему удаления газа.

32. Реактор по п.1, в котором электрод и противоэлектрод разделены сепаратором, диафрагмой или проводящей мембраной.

33. Реактор по п.1, в котором электрод и противоэлектрод расположены в чередующемся порядке.

34. Реактор по п.1, в котором электрод и противоэлектрод расположены соответствующим кластерным образом, отделены друг от друга.

35. Реактор по п.1, дополнительно содержащий электрод сравнения для измерения стандартного электродного потенциала.

36. Реактор по п.1, дополнительно содержащий механическую опору, которая удерживает и поддерживает электрод и противоэлектрод.

37. Реактор по п.36, в котором механическая опора содержит средство втягивания для втягивания электрода и противоэлектрода из сосуда/резервуара, содержащего раствор электролита.

38. Реактор по п.36, в котором механическая опора является независимой от и может быть изолирована от емкости, содержащей раствор электролита.

39. Электрохимическая реакционная система, содержащая:

смесительный блок для смешивания реагентов;  
по меньшей мере один реактор по любому из пп. 1-38; и  
сепаратор твердых частиц.

40. Электрохимическая реакционная система по п.39, дополнительно содержащая блок извлечения электролита.

41. Электрохимическая реакционная система по п.39, в которой реакторы по любому из пп. 1-38 уложены в штабелированные массивы.

42. Электрохимическая реакционная система по п. 41, в которой мозаичный массив представляет собой прямоугольный решетчатый узор.

43. Электрохимическая реакционная система по п.42, в которой прямоугольная решетка находится в кластере из матрицы  $2 \times 2$ .

44. Способ электрохимической реакции для получения полимеров, включающий:

частичное погружение реакционного электрода в раствор электролита;  
погружение противоэлектрода в раствор электролита;  
устанавливают перепад напряжения между электродом и противоэлектродом;  
смешивание по меньшей мере одного реагента в растворе электролита;  
полимеризуют реагент, полученный полимер осаждают на реакционный электрод;  
удаление осажденных продуктов из реакционного электрода; и  
отделение примесей от осажденных продуктов с получением полимеров.

45. Способ по п.44, дополнительно содержащий сбор отработанного раствора электролита и извлечение раствора электролита из отработанного раствора электролита.

46. Способ по п.45, в котором регенерированный раствор электролита повторно вводят и повторно используют в процессе.

47. Способ по п.44, в котором реагент содержит этиленгликоль, пропиленгликоль, галогидрин, мочевины, глицерин, этанол, ненасыщенные соединения или смесь двух или более из них.

48. Способ по п.47, в котором ненасыщенные соединения представляют собой ненасыщенные углеводороды.

49. Способ по п.44, в котором реагент содержит спирты.

50. Способ по п.44, в котором реагент содержит амины.

51. Способ по п.44, в котором реагент содержит сульфиды.

52. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полиэтилен.

53. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полипропилен.

54. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли-4-метилпентен -1.

55. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли-а-метилстирол.

56. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полиизобутилен.

57. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полибутен.

58. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит 1,2-полибутадиен.

59. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полистирол.

60. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(виниловый спирт).

61. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(винилацетат).

62. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли-N-винилкарбазол.

63. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли-N-винилпирролидин.

64. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поливинилхлорид.

65. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(винилиденхлорид).

66. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(винилиденфторид).

67. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(винилфторид).

68. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит политетрафторэтилен.

69. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер включает полихлортрифторэтилен.

70. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полиакрилонитрил.

71. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полиакрилат.

72. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полиакриловую кислоту.

73. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(бутилакрилат).

74. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(метилметакрилат).

75. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поливинилбутираль.

76. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(винилформаль).

77. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит поли(диаллилфталат).

78. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит стирол-малеиновый ангидрид пластмассу.

79. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 49-51, где полимер содержит полидициклопентадиен.

80. Способ по п.49, в котором спирт содержит 2 спиртовые группы в одной и той же молекуле реагента.

81. Способ по п.44 и 80, в котором полимер содержит простой полиэфир.

82. Способ по п.44 и 80, в котором полимер содержит полиацеталь.

83. Способ по п.44 и 80, в котором полимер содержит оксид полипропилена).

84. Способ по п.44 и 80, в котором полимер содержит поли (этиленоксид).

85. Способ по п.44 и 80, в котором полимер содержит полифениленовый эфир).

86. Способ по п.49, в котором спирт содержит карбонильную ( $C = O$ ) группу.

87. Способ по п.44 и 86, в котором полимер содержит поликетон.

88. Способ по п.49, в котором соседний атом углерода спирта не имеет атома водорода.

89. Способ по п.49, в котором углеродная цепь спирта содержит циклические ароматические соединения.

90. Способ по п.89, в котором циклический ароматический спирт включает фурфуроловый спирт.

91. Способ по п.89, в котором циклический ароматический спирт содержит фуран.

92. Способ по п.89, в котором циклический ароматический спирт включает полифурфурил.

93. Способ по п.89, в котором циклический ароматический спирт содержит фуран-формальдегидную смолу.

94. Способ по п.89, в котором циклический ароматический спирт содержит фенол.

95. Способ по п.44, в котором реагент содержит сахар.

96. Способ по п.1, в котором реагент содержит производное сахара.

97. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 99-95, где полимер содержит целлюлозу.

98. Способ по п.44, в котором реагент содержит сульфиды.

99. Способ по п.44 и 98, в котором полимер содержит поли (фениленсульфид).

100. Способ по п.44, в котором реагент содержит амины.

101. Способ по п.1, в котором реагент содержит карбоновую кислоту с спиртовой группой.

102. Способ по п.44 и 101, в котором полимер содержит полигидроксиалканоаты.

103. Способ по п.44 и 101, в котором полимер содержит полигидроксибутират.

104. Способ по п.44 и 101, в котором полимер содержит полимолочную кислоту.
105. Способ по п.44 и 101, в котором полимер содержит полигликолевую кислоту.
106. Способ по п.44 и 101, в котором полимер включает полигидроксиалкановую кислоту.
107. Способ по п.44 и 101, в котором полимер содержит полиарилат.
108. Способ по п.44 и 101, в котором полимер содержит поли-4-гидроксибензоат.
109. Способ по п.44, в котором реагент содержит карбоновую кислоту и спирты.
110. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит полиэтилентерефталат.
111. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит полибутилентерефталат.
112. Способ по п.44 и 109, в котором полимер включает полибутиленнафталат.
113. Способ по п.44 и 109, в котором полимер включает полиэтиленнафталат.
114. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит поликапролактона.
115. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит поли(циклогексилендиметилентерефталат).
116. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит поли(циклогексилендиметиленциклогександикарбоксилат).
117. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит полибутиленисукцинат.
118. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит полиэтиленисукцинат.
119. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит поли(триметилентерефталат).
120. Способ по п.44 и 109, в котором полимер содержит жидкокристаллический полимер.
121. Способ по п. 109, в котором реагент содержит 4-гидроксибензойную кислоту и 6-гидрокси-2-нафтойную кислоту.
122. Способ по п.44, в котором реагент содержит аминокислоту.
123. Способ по п.44, в котором реагент содержит карбоновую кислоту и амины.
124. Способ по п.44 и 123, в котором полимер содержит поли(ариламид).
125. Способ по п.44 и 123, в котором полимер содержит нейлон.
126. Способ по п.44 и 123, в котором полимер содержит белок.
127. Способ по п.44, в котором реагент содержит карбоновую кислоту и карбонильную группу.
128. Способ по 127, в котором карбонильная группа содержит мочевины.
129. Способ по 127, в котором карбонильная группа содержит карбоновую кислоту.
130. Способ по 127, в котором карбонильная группа содержит соли карбонатов водорода.
131. Способ по 127, в котором карбонильная группа содержит карбонилгалогениды.

132. Способ по п.44 и 127, в котором полимер содержит поликарбонаты
133. Способ по п.44, в котором реагент содержит карбоновую кислоту и ангидрид кислоты.
134. Способ по п.44, в котором реагент содержит спирты и изоцианаты.
135. Способ по п.44 и 134, в котором полимер содержит полиуретан.
136. Способ по 134, в котором реагент содержит 4,4'- метилендифенилдиизоцианат и этиленгликоль.
137. Способ по п.44, в котором реагент содержит ангидриды кислот и амины.
138. Способ по п.44, в котором реагент содержит ангидриды кислот и изоцианаты.
139. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 137-138, где полимер содержит полиимиды.
140. Способ по п. 44, в котором по любому одному из пунктов 137-138, где полимер содержит полиметакрилимид.
141. Способ по п.44, в котором по любому одному из пунктов 137-138, где полимер содержит поли-N-метилметакрилимид.
142. Способ по п.44, в котором реагент содержит циклические соединения.
143. Способ по п. 142, в котором циклическое соединение представляет собой циклический кетон.
144. Способ по п. 143, в котором циклический кетон представляет собой поликетон.
145. Способ по п. 44, в котором по любому одному из пунктов 142-144, где полимер содержит поликапролактон.
146. Способ по п. 142, в котором циклическое соединение представляет собой циклические карбонаты.
147. Способ по п.44 и 146, в котором полимер содержит полипропилен 1,2.
148. Способ по п.44 и 146, в котором полимер включает полипропилен 1,3.
149. Способ по п.44 и 146, в котором полимер содержит полиэтиленкарбонат.
150. Способ по п.44 и 146, в котором полимер включает полиглицерин 1,2 карбонат.
151. Способ по п.44 и 146, в котором полимер включает полиглицерин 1,3-карбонат.
152. Способ по п.44, в котором реагент содержит гетероатомные соединения.
153. Способ по п.44 и 152, в котором полимер содержит полисилоксаны.
154. Способ по п.44 и 152, в котором полимер включает полисульфон.
155. Способ по п.44 и 152, в котором полимер содержит полифосфонат.

156. Способ по п.44 и 152, в котором полимер содержит полинитрат
157. Способ по п.44 и 152, в котором полимер включает полиарилсульфон.
158. Способ по п.44 и 152, в котором полимер содержит силиконовую пластмассу.
159. Способ по п.44, в котором реагент содержит спирт, сульфид, амин или смесь двух или более из них.
160. Способ по п.44, в котором мембрана расположена в растворе электролита.
161. Способ по п.44, в котором полимеризация включает конденсационную полимеризацию, аддитивную полимеризацию или полимеризацию переэтерификации.
162. Способ по п.44, в котором полимеризация включает внутреннее удаление с последующей аддитивной полимеризацией.
163. Система для проведения электрохимической реакции с получением полимеров, содержащая: по меньшей мере один реактор по любому из пп. 1-38;
- первый бак-реагент для хранения первого реагента;
- смесительный резервуар для приема и смешивания первого реагента; и
- твердый сепаратор для получения полимеров, которые должны быть дополнительно обработаны для удаления примесей из полимеров;
- причем первый реагент полимеризуют в реакторе, получая полимеры.
164. Система по п. 163, дополнительно содержащая резервуар для электролита для хранения и подачи раствора электролита в реактор.
165. Система по п. 163, дополнительно содержащая первый блок извлечения, который соединен с первым резервуаром для реагента выше по потоку для активации активных ингредиентов первого реагента.
166. Система по п. 163, дополнительно содержащая второй резервуар для реагента для хранения второго реагента.
167. Система по п. 163, дополнительно содержащая второй блок извлечения, который соединен со вторым резервуаром для реагента выше по потоку для активации активных ингредиентов второго реагента.
168. Система по п.163 и 166, в которой смесительный резервуар принимает и смешивает первый реагент и второй реагент.

169. Система по п. 163, дополнительно содержащая по меньшей мере один насос или компрессор для регулирования давления текучей среды.

170. Система по п. 163, дополнительно содержащая по меньшей мере один нагреватель, охладитель или теплообменник для регулирования температуры;

171. Система по п. 163, дополнительно содержащая по меньшей мере один регулирующий клапан для регулирования расхода текучих сред.

172. Система по п. 163, дополнительно содержащая по меньшей мере один переключающий клапан для обеспечения гибкого блокирования трубопровода.

173. Система по п. 163, дополнительно содержащая по меньшей мере один обратный клапан для предотвращения обратного потока текучих сред.

174. Система по п. 163, в которой по меньшей мере одна часть технологического оборудования теплоизолирована.

175. Система по п. 163, в которой части соединений между любой частью оборудования теплоизолируют.

176. Система по п. 163, дополнительно содержащая байпас обычной системы получения полимера.

177. Система по п. 163, дополнительно содержащая блок извлечения для сбора побочных продуктов, полученных во время полимеризации в реакторе, и извлечения отработанного раствора электролита из побочных продуктов.

178. Система по п. 177, в которой извлеченный раствор электролита направляют обратно в смесительный резервуар.

179. Система по п. 177, в которой блок извлечения содержит дистилляционную колонну.

180. Система по п. 179, в которой блок извлечения дополнительно содержит экстрактор растворителя, соединенный с дистилляционной колонной выше по потоку.

181. Система по п. 179, отличающаяся тем, что дистилляционная колонна содержит гибкую блокировку трубопровода для обратного потока флегмы и ребойлера.

182. Система по п. 177, в которой блок извлечения содержит сорбционный блок.

183. Система по п. 182, в которой блок извлечения дополнительно содержит регенератор сорбента.

184. Система по п. 163, дополнительно содержащая аддитивный резервуар для хранения зависимостей.

185. Система по п. 163, дополнительно содержащая резервуар соразворителя для хранения соразворителя.

186. Система по п. 163, дополнительно содержащая полимерный упаковочный узел для упаковывания полимерного продукта.

187. Система по п.186, в которой полимерный упаковочный блок хранит полимерный продукт.

188. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная обычная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются каскадным управлением.

189. Система по 188, в которой каскадный контроль работает посредством мониторинга и измерения количества первого реагента, второго реагента, раствора электролита, добавок, соразворителя, полимеров и побочных продуктов.

190. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная традиционная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются посредством прямого управления.

191. Система по п.190, в которой управление прямой связью работает посредством мониторинга и измерения расходов первого реагента, второго реагента, раствора электролита, добавок, соразворителя, полимеров и побочных продуктов.

192. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная обычная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются посредством управления с обратной связью.

193. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная обычная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются посредством управления соотношением.

194. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный

резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная традиционная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются посредством регулирования диапазона разделения.

195. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная традиционная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются посредством управления выбором отмены.

196. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, причем реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная обычная система производства полимера работают, сообщаются друг с другом и управляются посредством каскадного управления, управления прямой связью, управления с обратной связью, управления соотношением, управления разбиением диапазона, управления отмены выбора или любых их комбинаций.

197. Система по п.163,164,166, 176, 177, 184 и 185, в которой реактор, резервуар для электролита, первый резервуар для реагента, второй резервуар для реагента, смесительный резервуар, твердый сепаратор, блок извлечения и обходная обычная система получения полимера содержит индикаторы и сигнализаторы.

198. Способ управления по п. 163, в котором управление работой включает каскадное управление.

199. Способ по 198, в котором каскадный контроль применяется к координате между полимером, побочным продуктом, реактором и по меньшей мере одним из реагентов.

200. Способ управления процессом по п. 163, в котором управление работой включает в себя управление прямой связью.

201. Способ по п. 200, в котором упреждающее управление применяют для регулирования концентрации по меньшей мере одного из реагентов, соли, соразтворителя, добавки и побочного продукта, путем измерения расхода рециркуляционного потока и концентрации по меньшей мере одного химического компонента, затем регулируют скорости подачи сырья.

202. Способ управления по п. 163, в котором управление работой содержит управление с обратной связью.

203. Способ по п.202, в котором управление с обратной связью применяется для управления любой частью технологического оборудования выше по потоку.

204. Способ управления по п. 163, в котором управление работой содержит управление отношением.

205. Способ по п. 204, в котором регулирование соотношения применяют для регулирования концентрации по меньшей мере одного из реагентов, соли, соразтворителя, добавки и побочного продукта.

206. Способ по п. 205, в котором управление отношением применяется к блоку сорбционной сорбции.

207. Способ по п. 205, в котором управление отношением применяется для управления регенератором сорбента.

208. Способ по п. 205, в котором управление соотношением применяется для управления экстрактором растворителя.

209. Способ по п. 205, в котором управление соотношением применяют для управления дистилляционной колонной.

210. Способ по п. 209, в котором управление соотношением применяется для управления дефлегмацией дистилляционной колонны.

211. Способ по п. 209, в котором управление соотношением применяется для управления кубовым продуктом ректификационной колонны.

212. Способ управления по п. 163, в котором управление работой включает регулирование диапазона разделения.

213. Способ по п. 212, в котором управление разбиением диапазона применяют для регулирования уровня емкостей, связанных с любым одним или более из смесительного резервуара, бака для промывочной жидкости и экстрактора растворителя.

214. Способ управления процессом по п. 163, в котором управление работой содержит регулирование выбора отключения.

215. Способ по п. 214, в котором управление отмены выбора применяется для управления уровнями бака в сосуде.

216. Способ по п. 215, в котором управление отмены выбора применяется для управления уровнем традиционной системы получения полимера.

217. Способ по п. 215, в котором управление отмены выбора применяется для управления уровнем реактора.

218. Способ по п. 215, в котором управление подменным выбором применяется для управления уровнем поддержания давления в дистилляционной колонне.

219. Способ управления по п. 163, в котором управление работой содержит индикатор и сигнал тревоги.

220. Способ по п. 219, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для сплошных голограмм в любой части технологического оборудования.

221. Способ по п.220, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для сплошных голограмм узла упаковки полимера.

222. Способ по п. 219, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней бака.

223. Способ по п. 222, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней резервуаров резервуара соразвителя.

224. Способ управления технологическим процессом по п. 222, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней резервуаров аддитивной емкости.

225. Способ по п. 222, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней бака любого из резервуаров из материала А, резервуара В, резервуара с продуктом, барабана Соразвителя, барабана для добавки, резервуара для резервуара электролита, барабана растворителя и барабана для текучей среды охлаждения.

226. Способ по п. 222, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней емкости контейнера для продукта.

227. Способ по п. 222, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней резервуара в резервуаре для электролита.

228. Способ по п. 222, в котором индикатор и сигнал тревоги применяются для уровней емкости контейнера для растворителя.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Реактор для электрохимической реакции, включающий:  
сосуд для содержания раствора электролита;  
по меньшей мере один электрод и по меньшей мере один противоэлектрод, причем электроды размещены в сосуде таким образом, что  
первая часть электрода и противоэлектрод погружены в раствор электролита,  
вторая часть электрода не погружена в раствор электролита, и  
электрод перемещается таким образом, что его положение сохраняется, а размер площади поверхности первой части, погруженной в раствор электролита, и второй части, не погруженной в раствор электролита, сохраняется, в то время как площадь поверхности электрода осаждается продуктами, образованными в результате электрохимической реакции; и  
устройство удаления, расположенное в контакте с электродом для удаления осажденных продуктов с электрода.
2. Реактор по п. 1, в котором противоэлектрод дополнительно включает первую часть, погруженную в раствор электролита, и вторую часть, не погруженную в раствор электролита.
3. Реактор по пункту 1 или 2, в котором движение электрода перемешивает раствор электролита для поддержания по существу однородной концентрации.
4. Реактор по пункту 1, дополнительно включающий проводящую щетку в контакте с электродом для дополнительного электрического контакта во время перемещения электрода.
5. Реактор по пункту 1, дополнительно включающий дополнительные устройства удаления, расположенные в том же реакторе для повышения эффективности удаления.
6. Реактор по пункту 1, в котором для повышения эффективности удаления применяется смазка, в том числе, без ограничения, восковая.
7. Реактор по пункту 1, в котором электрод представляет собой вращающийся цилиндр.
8. Реактор по пункту 1, в котором электрод включает конвейерную ленту.
9. Реактор по пункту 8, где электрод конвейерной ленты дополнительно включает шкивы, цепные передачи или комбинацию двух или более из них.
10. Реактор по пункту 9, в котором части шкивов или цепных передач, погруженные в раствор электролита, не являются проводящими.

11. Реактор по пункту 1, дополнительно включающий систему первичной передачи для передачи механического движения от двигателя, мотора или любой механической силовой системы.

12. Реактор по пункту 11, где система первичной передачи включает в себя по меньшей мере одну шестерню, закрепленную на валу, по меньшей мере один шкив, закрепленный на валу, по меньшей мере один цепной привод, закрепленный на валу, или комбинацию двух или более из них.

13. Реактор по пункту 1 дополнительно включает вторичную систему передачи для передачи механического движения на электрод.

14. Реактор по п. 11, где вторичная система передачи включает в себя по меньшей мере одну шестерню, закрепленную на валу, по меньшей мере один шкив, закрепленный на валу, по меньшей мере один цепной привод, закрепленный на валу, или комбинацию двух или более из них.

15. Реактор по пункту 1, в котором устройство удаления находится в контакте со второй частью электрода.

16. Реактор по пункту 15, где устройство удаления включает жесткую пластину для соскабливания осажденных продуктов со второй части электрода.

17. Реактор по пункту 16, где степень наклона жесткой пластины регулируется.

18. Реактор по пункту 17, дополнительно включающий систему пружин для регулировки степени наклона жесткой пластины.

19. Реактор по пункту 1, где реактор дополнительно включает систему конвейерной ленты, расположенную на другом конце устройства удаления, не контактирующей с электродом, для удаления осажденных продуктов с электрода путем трения.

20. Реактор по п. 19, где система конвейерной ленты включает абразивную поверхность.

21. Реактор по п. 19, в котором система конвейерной ленты транспортирует удаленные осажденные продукты от второй части электрода.

22. Реактор по пункту 1, в котором устройство удаления находится в контакте с первой частью электрода.

23. Реактор по пункту 1, в котором реактор дополнительно включает дренажную систему, расположенную на другом конце устройства удаления, который не находится в контакте с электродом, для сбора, транспортировки и промывки удаленных осажденных продуктов.

24. Реактор по пункту 23, где дренажная система включает заслонку для предотвращения пролива осажденных продуктов во время сбора из устройства для удаления.

25. Реактор по пункту 23, где дренажная система включает в себя поток жидкости в открытом канале произвольной формы, включая, без ограничений, дугообразный, прямоугольный или треугольный.

26. Реактор по пункту 23, в котором заслонка дренажной системы расположена под любым из острых, перпендикулярных или тупых углов для максимального предотвращения пролива осажденных продуктов.

27. Реактор по пункту 1, в котором электрод включает в себя вращающийся диск.

28. Реактор по пункту 1, в котором электрод включает в себя вращающийся червячный винт.

29. Реактор по пункту 28, в котором вращение электрода со спиральным винтом перемещает раствор электролита в определенном направлении.

30. Реактор по пункту 28, в котором устройство удаления включает второй червячный винт с относительным движением поверхности относительно поверхности электрода.

31. Реактор по пункту 30, где второй червячный винт вращается либо в том же направлении, что и электрод червячного винта, либо в противоположном направлении против него.

32. Реактор по пункту 30, в котором второй червячный винт действует как электрод или противоэлектрод.

33. Реактор по пункту 1, где контрэлектрод включает проводящие материалы, закрепленные на стенках емкости.

34. Реактор по пункту 1 дополнительно включает систему удаления газа.

35. Реактор по пункту 34, где система удаления газа включает в себя закрытый выход трубопровода, систему дымоудаления или комбинацию двух или более из них.

36. Реактор по пункту 35, где крышка вытяжного устройства изготовлена из жесткого материала.

37. Реактор по пункту 35, в котором части вытяжного устройства изготовлены из деформируемых материалов, распрямляющихся под действием силы тяжести груза, подвешенного к деформируемым материалам.

38. Реактор по пункту 35, в котором система удаления газов дополнительно включает рукава.

39. Реактор по пункту 35, в котором стенки системы газоотвода прозрачны.

40. Реактор по пункту 1, в котором стенки корпуса прозрачны.

41. Реактор по пункту 1, в котором электрод и контрэлектрод разделены сепаратором, мембраной или проводящей мембраной.

42. Реактор по п. 1, в котором электрод и контрэлектрод расположены в чередующемся порядке.

43. Реактор по пункту 1, в котором электрод и контрэлектрод расположены в соответствующем кластерном порядке, отделенные друг от друга.

44. Реактор по пункту 1 дополнительно включает электрод сравнения для измерения стандартного электродного потенциала.

45. Реактор по пункту 1 дополнительно включает механическую опору, которая удерживает и поддерживает электрод и контрэлектрод.

46. Реактор по п. 45, в котором механическая опора включает средство втягивания для втягивания электрода и контрэлектрода из емкости, содержащей раствор электролита.

47. Реактор по пункту 45, где механическая опора не зависит от емкости, содержащей раствор электролита, и может быть изолирована от нее.

48. Реактор по пункту 45, дополнительно включающий гидравлическую систему, систему двигатель/двигатель или любое другое средство для облегчения перемещения компонентов.

49. Реактор по пункту 45, дополнительно включает колеса для облегчения перемещения компонентов.

50. Способ электрохимической реакции для получения полимеров, где способ включает:  
частичное погружение реакционного электрода в раствор электролита;  
погружение противоэлектрода в раствор электролита;  
создание разности напряжений между электродом и противоэлектродом;  
смешивание по меньшей мере одного реактива в растворе электролита;  
полимеризацию реактива, в результате чего полученный полимер осаждается на реакционном электроде;

удаление осажденных продуктов с реакционного электрода; и

отделение примесей от осажденных продуктов с получением полимеров.

51. Способ по пункту 50, дополнительно включающий сбор отработанного раствора электролита и извлечение раствора электролита из отработанного раствора электролита.

52. Способ по пункту 51, где восстановленный раствор электролита повторно вводится и повторно используется в процессе.

53. Способ по пункту 50, где реактив включает этиленгликоль, пропиленгликоль, галоидрин, мочевины, глицерин, этанол, ненасыщенные соединения или смесь двух или более из них.

54. Способ по пункту 53, где ненасыщенные соединения представляют собой ненасыщенные углеводороды.

55. Способ по пункту 50, где реактив включает спирты.

56. Способ по пункту 50, где реактив включает амины.

57. Способ по пункту 50, где реактив включает сульфиды.

58. Способ по пункту 50, где полимер включает полиэтилен, полипропилен, поли-4-метилпентен-1, поли- $\alpha$ -метилстирол, полиизобутилен, полибутен, 1,2-полибутадиен, полистирол или смесь двух или более из них.

59. Способ по пункту 50, где полимер включает поли(виниловый спирт), поли(винилацетат), поли-N-винилкарбазол, поли-N-винилпирролидин или смесь двух или более из них.

60. Способ по пункту 50, где полимер включает поливинилхлорид, поли(винилиденхлорид), поли(винилиденфторид), поли(винилфторид), политетрафторэтилен, полихлортрифторэтилен или смесь двух или более из них.

61. Способ по п. 50, где полимер включает полиакрилонитрил, полиакрилат, полиакриловую кислоту, поли(бутилакрилат), поли(метилметакрилат) или смесь двух или более из них.

62. Способ по пункту 50, где полимер включает поли(винилбутираль), поли(винилформаль), поли(диаллилфталат), стирол-малеиновый ангидридный пластик, полидициклопентадиен, или смесь двух или более из них.

63. Способ по п. 55, в котором спирт содержит 2 спиртовые группы в одной молекуле реактива.

64. Способ по пункту 50, где полимер включает полиэфир.

65. Способ по пункту 50, где полимер включает полиацеталь, поли(пропиленоксид), поли(этиленоксид), поли(фениленовый эфир) или смесь двух или более из них.

66. Способ по п. 55, где спирт содержит карбонильную (C=O) группу.

67. Способ по пункту 50, где полимер включает поликетон.

68. Способ по пункту 55, где соседний атом углерода спирта не имеет атома водорода.

69. Способ по пункту 55, где углеродная основа спирта включает циклические ароматические соединения.

70. Способ по пункту 69, где циклический ароматический спирт включает фурфуриловый спирт, фуран, фенол или смесь двух или более из них.

71. Способ по пункту 69, где полимер включает полифурфурил, фуран-формальдегидную смолу или смесь двух или более из них.
72. Способ по пункту 50, где реактив включает сахар.
73. Способ по пункту 50, где реактив включает производное сахара.
74. Способ по пункту 50, где полимер включает целлюлозу или любое ее производное.
75. Способ по пункту 50, где полимер включает полисульфиды, в том числе, без ограничения, поли(фениленсульфид).
76. Способ по пункту 50, где реактив включает карбоновую кислоту со спиртовой группой.
77. Способ по пункту 50, где полимер включает полиэфир.
78. Способ по пункту 50, где полимер включает полигидроксиалканоаты.
79. Способ по пункту 50, где полимер включает полигидроксибутират, полимолочную кислоту, полигликолевую кислоту, полигидроксиалановую кислоту, полиарилат, поли-4-гидроксибензоат или смесь двух или более из них.
80. Способ по п. 50, где реактив включает карбоновую кислоту и спирты.
81. Способ по пункту 50, где полимер включает полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат, полибутиленнафталат, полиэтиленнафталат или смесь двух или более из них.
82. Способ по п. 50, где полимер включает поликапролактон.
83. Способ по пункту 50, где полимер включает поли(циклогексифен диметилентерефталат), поли(циклогексифен диметиленициклогексан дикарбоксилат), полибутилен сукцинат, полиэтилен сукцинат, поли(триметилентерефталат), жидкокристаллический полимер или смесь двух или более из них.
84. Способ по п. 80, где реактив включает 4-гидроксибензойную кислоту и 6-гидрокси-2-нафтойную кислоту.
85. Способ по пункту 50, где реактив включает аминокислоту.
86. Способ по пункту 50, где реактив включает карбоновую кислоту и амин.
87. Способ по пункту 50, где полимер включает поли(арил-амид), нейлон, белок или смесь двух или более из них.
88. Способ по пункту 50, где реактив включает карбоновую кислоту и карбонильную группу.
89. Способ по пункту 88, где карбонильная группа включает мочевины.
90. Способ по пункту 88, где карбонильная группа включает карбоновую кислоту.

91. Способ по пункту 88, где карбонильная группа включает соли гидрокарбонатов.
92. Способ по пункту 88, где карбонильная группа включает карбонилгалогениды.
93. Способ по пункту 50, где полимер включает поликарбонаты.
94. Способ по пункту 50, где реактив включает карбоновую кислоту и ангидрид кислоты.
95. Способ по пункту 50, где реактив включает спирты и изоцианаты.
96. Способ по пункту 50, где полимер включает полиуретан.
97. Способ по пункту 95, где реактив включает 4,4'-метилендифенилдиизоцианат и этиленгликоль.
98. Способ по пункту 50, где реактив включает ангидриды кислот и амины.
99. Способ по пункту 50, где реактив включает ангидриды кислот и изоцианаты.
100. Способ по пункту 50, где полимер включает полиимиды.
101. Способ по пункту 50, где полимер включает полиметакрилимид, поли-N-метилметакрилимид или смесь двух или более из них.
102. Способ по пункту 50, где реактив включает циклические соединения.
103. Способ по пункту 102, где циклическое соединение представляет собой циклический кетон.
104. Способ по пункту 102, где циклическое соединение представляет собой циклический карбонат.
105. Способ по пункту 50, где полимер включает полипропилен-1,2 карбонат, полипропилен-1,3 карбонат, полиэтилен карбонат или смесь двух или более из них.
106. Способ по пункту 50, где полимер включает полиглицерин 1,2 карбонат, полиглицерин 1,3 карбонат или смесь двух или более из них.
107. Способ по пункту 50, где реактив включает гетероатомные соединения.
108. Способ по пункту 50, где полимер включает полисилоксаны, полисульфоны, полифосфонаты, полинитраты или смесь двух или более из них.
109. Способ по пункту 50, где полимер включает полиарилсульфоны, силиконовый пластик, полиарилфосфонат или смесь двух или более из них.
110. Способ по пункту 50, где реактив включает спирт, сульфид, амин или смесь двух или более из них.
111. Способ по пункту 50, где мембрана помещена в раствор электролита.
112. Способ по пункту 50, в котором в растворе электролита находится проводник ионов.

113. Способ по п. 111, в котором мембрана, размещенная в растворе электролита, включает ионообменную мембрану, в том числе, без ограничения, мембрану Нафион.

114. Способ по пункту 112, где проводящие ионы, размещенные в растворе электролита, включают металлические ионы, неметаллические ионы или смесь двух или более из них.

115. Способ по пункту 114, где металлические проводящие ионы, размещенные в растворе электролита, включают соли, в том числе, без ограничений, хлорид натрия.

116. Способ по пункту 114, где неметаллические проводящие ионы, помещенные в раствор электролита, включают органические ионы, неорганические ионы или смесь двух или более из них.

117. Способ по пункту 116, где органические ионы, размещенные в растворе электролита, включают поверхностно-активные вещества, в том числе, без ограничений, мыло или детергенты, такие как пальмитат натрия.

118. Способ по пункту 116, где неорганические ионы, помещенные в раствор электролита, включают ионные жидкости, в том числе, без ограничений, 1-бутил-3-метилимидазолий гексафторфосфат.

119. Способ по п. 50, в котором в раствор электролита добавлен растворитель.

120. Способ по пункту 119, где растворитель, помещенный в раствор электролита, включает органический растворитель, неорганический растворитель или смесь двух или более из них.

121. Способ по пункту 120, где органический соразтворитель, помещенный в раствор электролита, представляет собой молекулу дизайнера, включая, без ограничений, краун-эфир, такой как 15-Краун-5.

122. Способ по пункту 120, где органический соразтворитель, помещенный в раствор электролита, включает неполярные растворители, в том числе, без ограничений, ацетон.

123. Способ по пункту 120, где неорганический соразтворитель, помещенный в раствор электролита, включает полярные растворители, в том числе, без ограничений, аммиак, воду или галогенные кислоты.

124. Способ по пункту 50, в котором добавки находятся в растворе электролита.

125. Способ по пункту 124, где добавки, помещенные в раствор электролита, включают окислительно-восстановительные добавки, в том числе, без ограничений, переносчики электронов, такие как пиридин.

126. Способ по пункту 124, где добавки, размещенные в растворе электролита, включают нередокс-добавки, в том числе, без ограничений, координационные катализаторы, такие как катализатор Циглера-Натта.

127. Способ по пункту 50, где полимеризация включает конденсационную полимеризацию, аддитивную полимеризацию или переэтерификационную полимеризацию.

128. Способ по пункту 50, где полимеризация включает внутреннее элиминирование с последующей полимеризацией присоединения.

129. Способ по пункту 50, в котором различные виды реактивов смешиваются вместе, что приводит к сополимеризации.

130. Система для проведения электрохимической реакции для получения полимеров, где система включает:

по меньшей мере один электрохимический реактор;

по меньшей мере один резервуар для хранения реактива;

по меньшей мере один смесительный бак для приема и смешивания реактивов с раствором электролита; и

по меньшей мере один сепаратор твердых частиц для приема полимеров, подлежащих дальнейшей обработке для удаления примесей из полимеров;

где реактив полимеризуется в реакторе с получением полимеров.

131. Система по пункту 130, в которой по меньшей мере один из электрохимических реакторов включает реактор по пункту 1.

132. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один резервуар электролита для хранения и подачи раствора электролита в реактор.

133. Система по пункту 130, дополнительно включающая второй реакторный бак для хранения второго реактива, третий реакторный бак для хранения третьего реактива и так далее, вплоть до любого количества реакторных баков по мере необходимости.

134. Система по пункту 130 дополнительно включает по меньшей мере один блок экстракции, соединенный с любым из резервуаров для реактивов, для обогащения или активации активных ингредиентов соответствующего реактива.

135. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один насос, по меньшей мере один компрессор или комбинацию двух или более из них, для управления давлением жидкости.

136. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один нагреватель, по меньшей мере один охладитель, по меньшей мере один теплообменник или комбинацию двух или более из них, для контроля температуры;

137. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один контейнер для охлаждающей жидкости для хранения охлаждающей жидкости;

138. Система по п. 130, дополнительно включающая по меньшей мере один регулирующий клапан для регулирования расхода жидкости.

139. Система по п. 130, дополнительно включающая по меньшей мере один переключающий клапан, по меньшей мере один трехходовой клапан или комбинацию из двух или более клапанов для облегчения гибкой блокировки трубопроводов.

140. Система по п. 130, дополнительно включающая по меньшей мере один обратный клапан для предотвращения обратного потока жидкостей, по меньшей мере один клапан сброса давления для обеспечения безопасности процесса, по меньшей мере одну механическую линию для транспортировки твердого вещества или комбинацию двух или более из них.

141. Система по пункту 130, в которой по меньшей мере одна часть технологического оборудования, по меньшей мере одна часть соединений между любыми частями оборудования, или комбинация двух или более из них, теплоизолированы.

142. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один байпас обычной системы производства полимеров.

143. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один блок регенерации для сбора побочных продуктов, образующихся во время полимеризации в реакторе, или для извлечения отработанного раствора электролита из побочных продуктов.

144. Система по пункту 143, в которой восстановленный раствор электролита направляется обратно в смесительный бак, резервуар электролита, если таковой имеется, или в комбинацию или два или более из них.

145. Система по пункту 143, где блок регенерации включает по меньшей мере одну дистилляционную колонну, по меньшей мере один сорбционный блок или комбинацию двух или более из них.

146. Система по пункту 143, где блок регенерации дополнительно включает по меньшей мере один экстрактор растворителя, по меньшей мере один регенератор сорбента или комбинацию двух или более из них.

147. Система по пункту 146, в которой блок регенерации дополнительно включает по меньшей мере один контейнер для хранения растворителя.

148. Система по пункту 145, где дистилляционная колонна дополнительно включает по меньшей мере одну гибкую блокировку трубопроводов для обратного рефлюкса и трубопроводов ребойлера.

149. Система по пункту 130, дополнительно включающая по меньшей мере один контейнер для хранения добавок, по меньшей мере один контейнер для хранения соразтворителя или комбинацию двух или более из них.

150. Система по п. 130, дополнительно включающая по меньшей мере один фильтр для отделения твердого вещества от электролита.

151. Система по п. 130, дополнительно включающая по меньшей мере один промыватель для отмывки остатков электролита от полимера.

152. Система по пункту 130 дополнительно включает по меньшей мере один отстойник, по меньшей мере одну сушилку или комбинацию двух или более из них для отделения промытого полимера.

153. Система по пункту 130 дополнительно включает по меньшей мере один резервуар для промывочной жидкости для рециркуляции промывочной жидкости.

154. Система по п. 130 дополнительно включает по меньшей мере одну формовочную машину для придания формы твердому полимеру.

155. Система по п. 130 дополнительно включает по меньшей мере один упаковочный аппарат для упаковки полимерного продукта.

156. Система по пункту 155, в которой блок упаковки полимера хранит полимерный продукт.

157. Система по пункту 130, дополнительно включающая каскадное управление.

158. Система по пункту 157, где каскадное управление применяется для координации между блоком отделения полимера, блоком регенерации побочных продуктов, блоком синтеза и по меньшей мере одним из реактивов.

159. Система по пункту 157, где каскадное управление включает управление и связь между сушилкой для полимеров, дистилляционной колонной, любым из электрохимических реакторов или обычных реакторов и по меньшей мере одним из реактивов для координации скорости производства.

160. Система по пункту 157, где каскадное управление включает управление и связь между любыми двумя из сушилки для полимеров, формовочной машины и узла упаковки полимеров для координации скорости производства.

161. Система по пункту 157, где каскадное управление включает управление и связь между электрохимическим реактором, любым из сорбционного блока или экстрактора растворителя, обычным реактором и промывочной машиной для координации скорости производства.

162. Система по п. 130, дополнительно включающая управление с опережением.

163. Система по пункту 162, где управление с опережением включает мониторинг и измерение расхода первого реактива, второго реактива или любого реактива в зависимости от ситуации, раствора электролита, добавок, соразтворителя, полимеров или побочных продуктов, или комбинации двух или более из них.

164. Система по пункту 162, в которой управление с опережением применяется для контроля концентрации по меньшей мере одного из реактивов, соли, соразтворителя, добавки или побочного продукта путем измерения скорости потока рецикла и концентрации по меньшей мере одного химического компонента, а затем регулировки скорости потока подачи.

165. Система по п. 130, дополнительно включающая управление с обратной связью.

166. Система по пункту 165, где управление с обратной связью применяется для управления любой частью технологического оборудования выше по потоку.

167. Система по пункту 165, где управление с обратной связью применяется для контроля концентрации по меньшей мере одного из реактивов, соли, соразтворителя, добавок или побочного продукта путем измерения скорости потока вниз по потоку и концентрации по меньшей мере одного химического компонента, а затем регулировки скорости потока подачи вверх по потоку.

168. Система по п. 130, дополнительно включающая контроль соотношения.

169. Система по пункту 168, где контроль соотношения применяется для контроля концентрации по меньшей мере одного из реактивов, соли, растворителя, добавки или побочного продукта.

170. Система по пункту 169, где контроль соотношения применяется для контроля сорбционного блока, регенератора сорбента, экстрактора растворителя, дистилляционной колонны или комбинации двух или более из них.

171. Система по пункту 170, в которой управление соотношением применяется для управления рефлюксом дистилляционной колонны, нижним продуктом дистилляционной колонны или комбинацией двух или более из них.

172. Система по пункту 130, дополнительно включающая управление диапазоном разделения.

173. Система по пункту 172, где управление разделенным диапазоном дополнительно включает в себя управление мертвой зоной.

174. Система по пункту 172, где управление разделенным диапазоном применяется для контроля уровня в контейнере, соединенном с одним или более из смесительного бака, бака для промывочной жидкости или экстрактора растворителя.

175. Система по пункту 130, дополнительно включающая в себя управление выбором отмены.

176. Система по пункту 175, в которой управление отменой выбора применяется для управления уровнями в контейнере.

177. Система по пункту 175, в которой управление уровнями с отменой выбора включает управление уровнем, перекрывающее управление уровнем потока по умолчанию, когда уровень находится вне заданного диапазона.

178. Система по пункту 176, где управление по выбору применяется для управления уровнем любой из обычных систем производства полимеров, реактора или дистилляционной колонны.

179. Система по п. 130, дополнительно включающая индикатор/сигнализацию.

180. Система по пункту 179, в которой индикатор/сигнализация применяется при наличии твердых скоплений, включая, без ограничения, упаковочный узел полимера.

181. Система по пункту 179, где индикатор/сигнализация применяется для уровней.

182. Система по пункту 181, где индикатор/сигнализация применяется для уровней контейнера материала А, контейнера материала В, другого применимого контейнера материала, контейнера с растворителем, контейнера с добавкой, контейнера с побочным продуктом, резервуара с электролитом, контейнера с растворителем, контейнера с промывочной жидкостью, контейнера с охлаждающей жидкостью или комбинации двух или более из них.

183. Способ управления процессом, включающий в себя управление с прямой передачей, управление с обратной связью, каскадное управление, управление соотношением,

управление разделенным диапазоном, управление выбором отмены, управление индикатором/сигналом тревоги, или комбинацию двух или более из них.

184. Метод управления процессом по пункту 183, где каскадное управление включает в себя по меньшей мере один уровень связи между вышестоящим и нижестоящим оборудованием.

185. Метод управления процессом по пункту 183, где каскадное управление включает по меньшей мере один уровень связи между оборудованием параллельного потока.

186. Система электрохимической реакции, включающая

смесительный блок для смешивания реактивов;

по меньшей мере один реактор по пункту 1; и

блок разделения для дальнейшего разделения твердого осадка.

187. Система электрохимической реакции по пункту 186, дополнительно включающая блок восстановления электролита для контроля состава электролита.

188. Система электрохимической реакции по пункту 186, в которой реакторы, если их более одного, уложены в массивы.

189. Электрохимическая реакционная система по пункту 188, где формирование массивов реакторов включает прямоугольные матрицы с произвольными размерами  $n$  строк  $\times$   $m$  столбцов.

190. Система электрохимической реакции по пункту 189, где прямоугольные матрицы включают кластеры с размерами  $2 \times 1$ ,  $2 \times 2$ ,  $2 \times n$ ,  $n \times n$ , или комбинацию двух или более из них.

191. Способ развертывания электрохимического реактора, включая без ограничений реактор по пункту 1, включающий в себя в любой последовательности:

развертывание корпуса реактора;

развертывание любой опоры электрода;

регулировку положения электрода;

развертывание любой системы транспортировки твердых частиц; и

установку любого устройства для удаления газа.

192. Способ модернизации системы по пункту 130 к существующей системе производства полимеров, включающий в себя в любой последовательности:

отсоединение трубопроводов существующей системы производства полимеров;

установку трехходовых клапанов или переключающих клапанов на отсоединенном трубопроводе; и

подсоединение трехходовых клапанов или переключающих клапанов к электрохимическому реактору в качестве байпаса.

193. Способ модернизации системы по пункту 143 на существующем блоке регенерации, включающий в себя в любой последовательности:

отсоединение трубопроводов существующего блока регенерации;

установку трехходовых клапанов или переключающих клапанов на отсоединенном трубопроводе;

подсоединение трехходовых клапанов или переключающих клапанов к альтернативному блоку регенерации.

194. Способ модернизации системы по пункту 145 на существующей дистилляционной колонне, включающий в себя в любой последовательности:

отсоединение трубопроводов верхней и нижней частей дистилляционной колонны;

установку трехходовых клапанов или переключающих клапанов на отсоединенных трубопроводах; и

подсоединение трехходовых клапанов или переключающих клапанов к обратным верхнему и нижнему выходам дистилляционной колонны.

195. Способ технического обслуживания электрохимического реактора, включая без ограничений реактор по пункту 1, включающий в себя в любой последовательности:

удаление любого устройства для удаления газа;

удаление любой системы транспортировки твердых частиц;

регулировку положения электрода;

втягивание любой опоры электрода;

выполнение очистки, ремонта или любого технического обслуживания в зависимости от ситуации;

развертывание любой опоры электрода;

повторную регулировку положения электродов;

развертывание любой системы транспортировки твердых частиц;

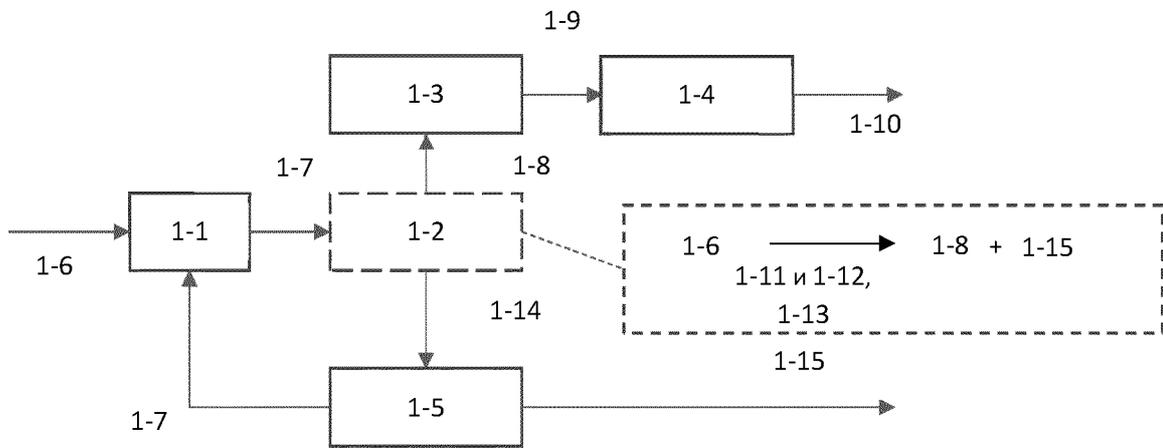
повторную установку любого устройства для удаления газа.

196. Способ управления отходами с использованием системы по пункту 130, включающий в себя в любой последовательности:

развертывание контейнера для отходов для хранения химических отходов;

установку блока извлечения для изоляции активного реактива от химических отходов; и

подсоединение блока извлечения к соответствующему резервуару с реактивом.

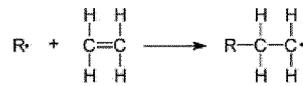


Фигура 1

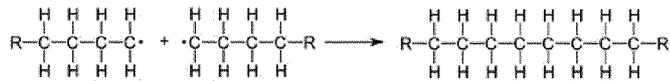
2-1 Инициация  
(медленная)  
 $PI \longrightarrow R^\bullet$

Почему медленно? Потому что он включает в себя радикальное созидание

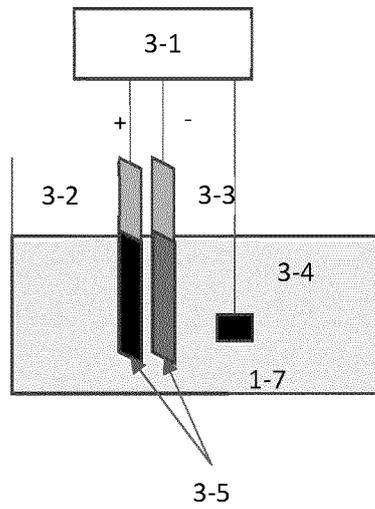
2-2 Шаг распространения  
(быстрый)



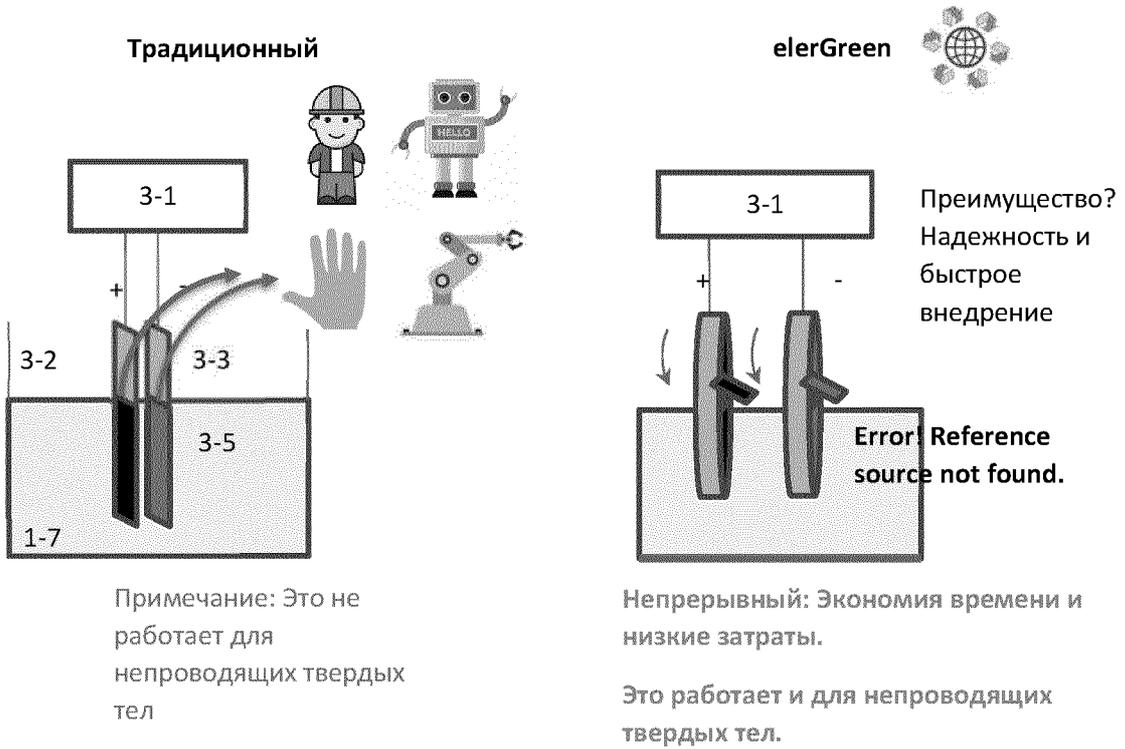
2-3 Шаг заделки (Быстрый)



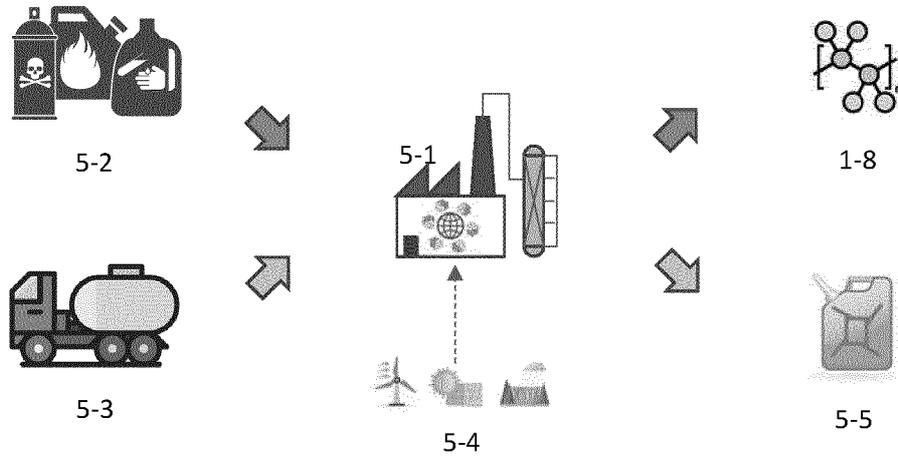
Фигура 2



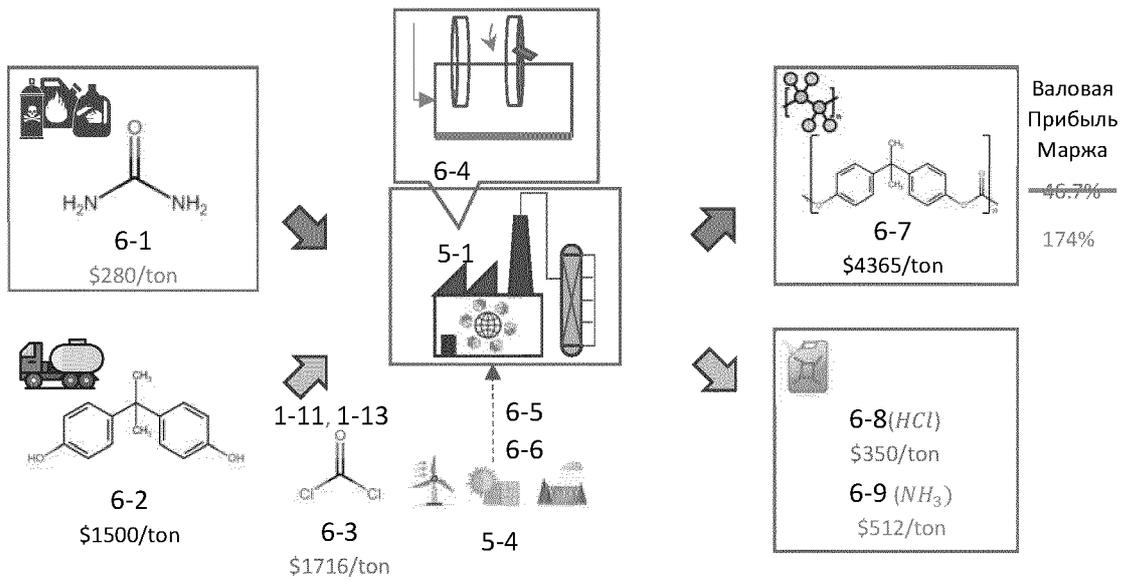
Фигура 3



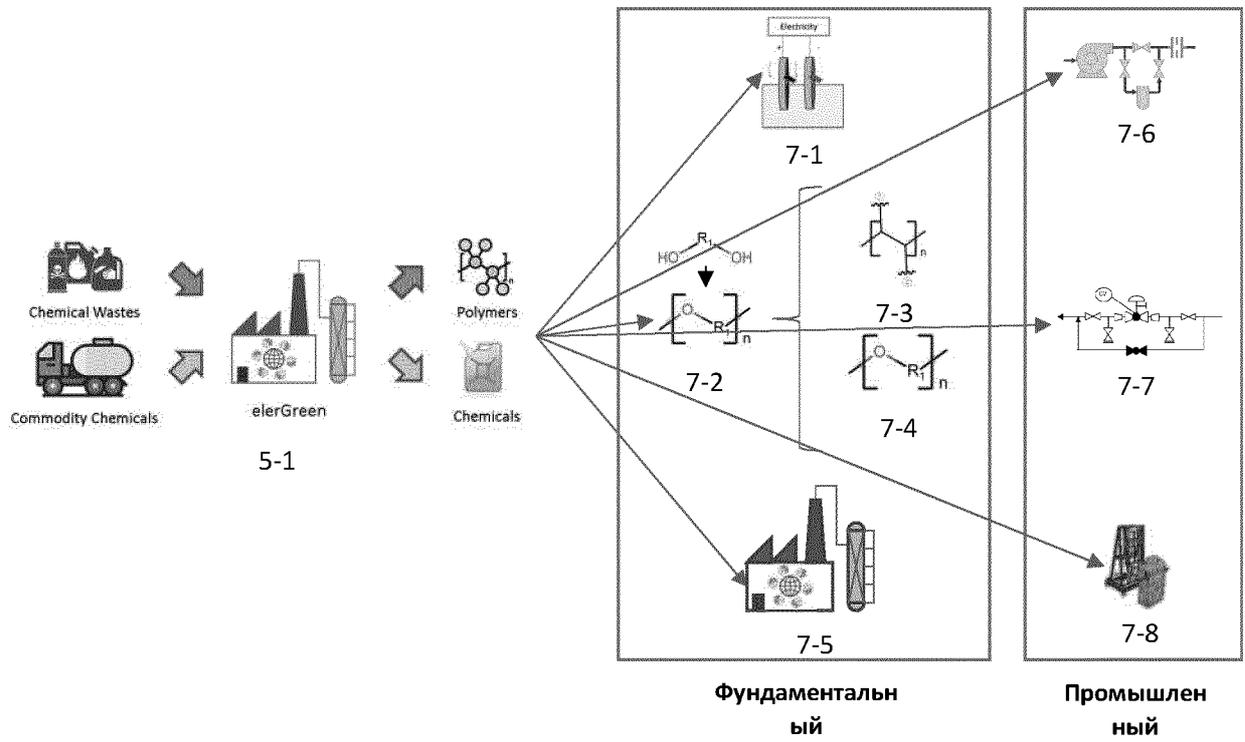
Фигура 4



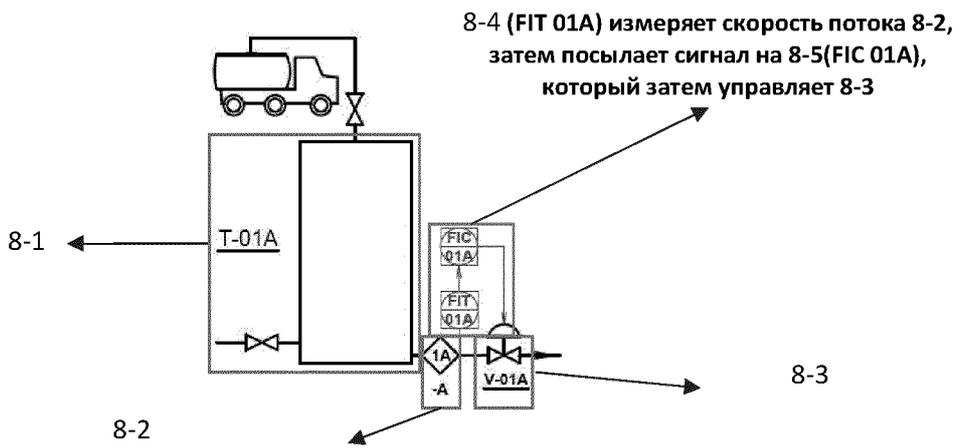
Фигура 5



Фигура 6

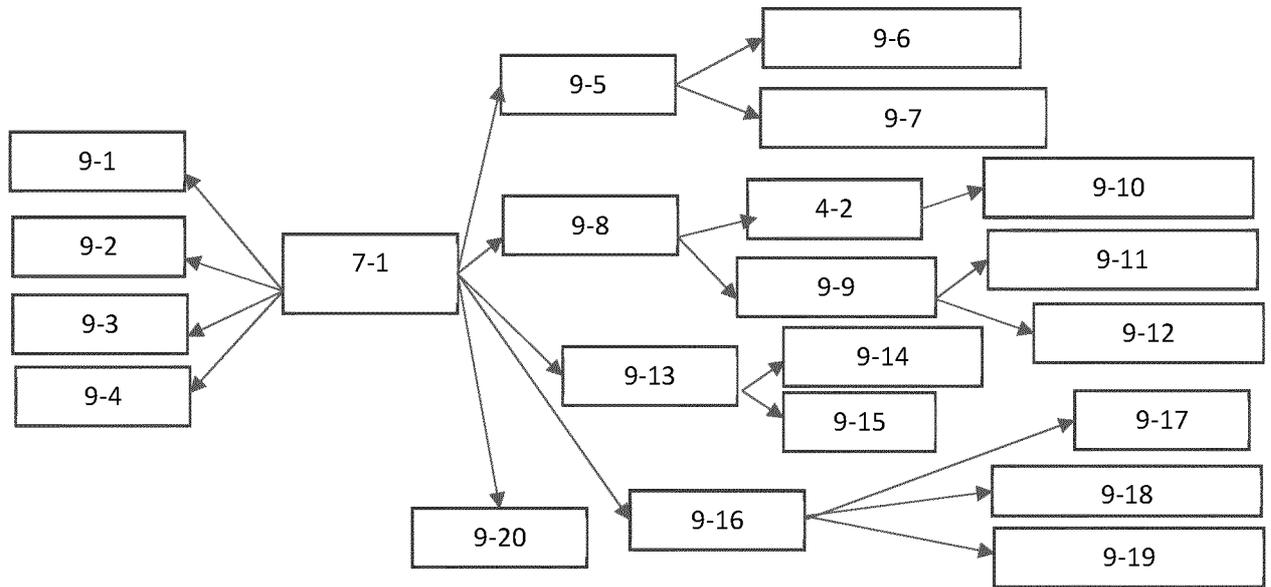


Фигура 7

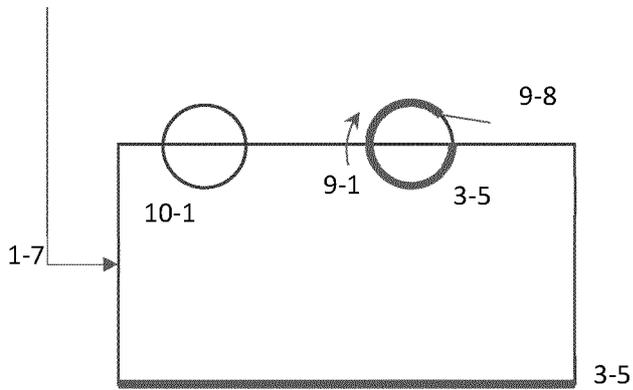


Фигура 8

5/40

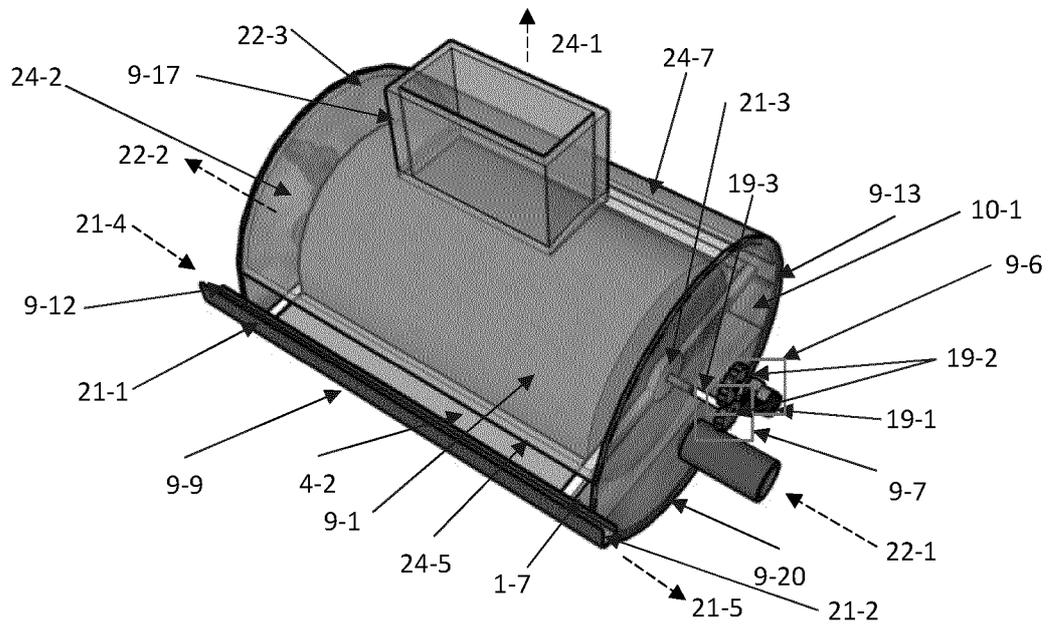


Фигура 9

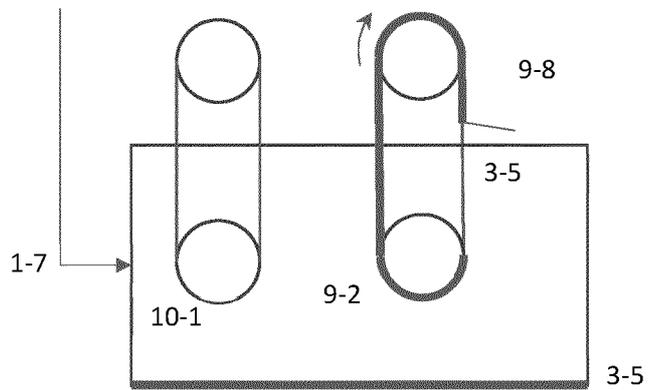


Фигура 10

6/40

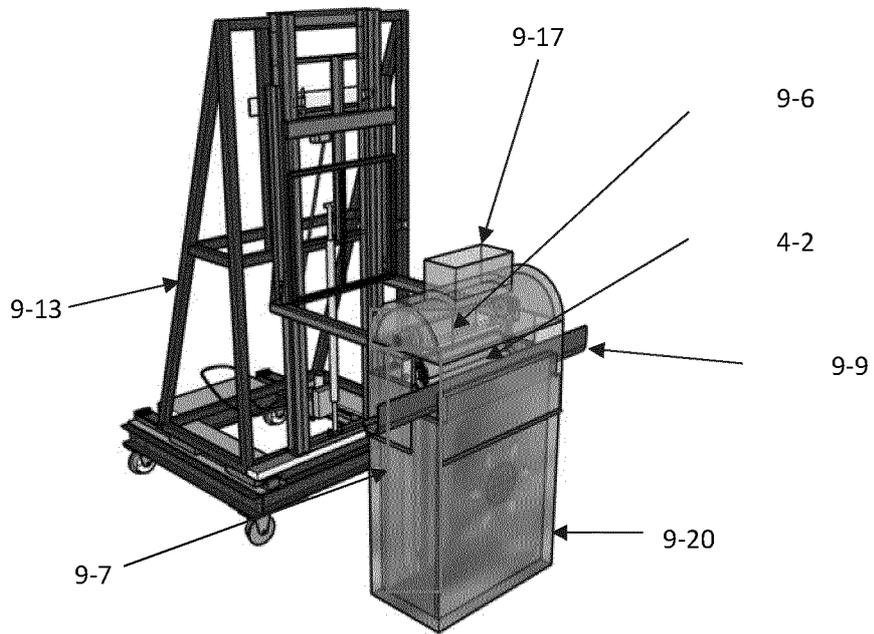


Фигура 11

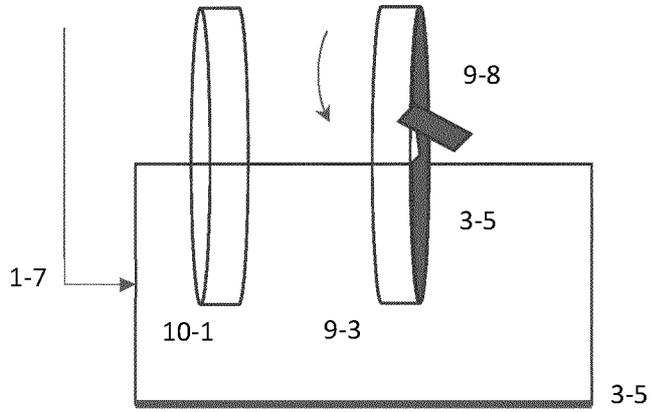


Фигура 12

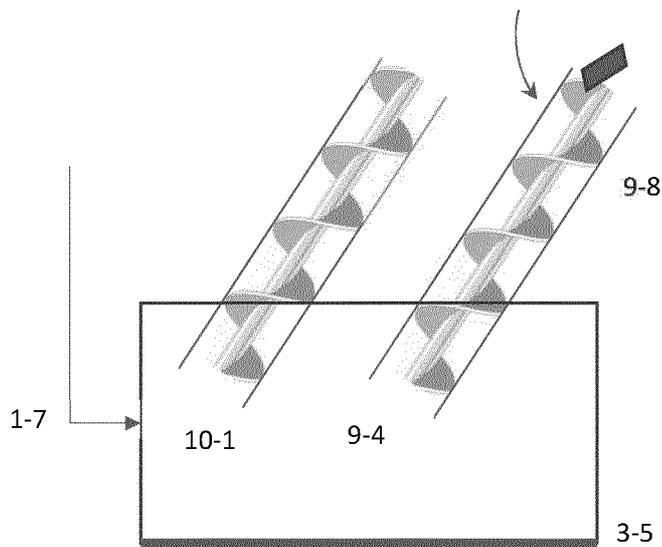
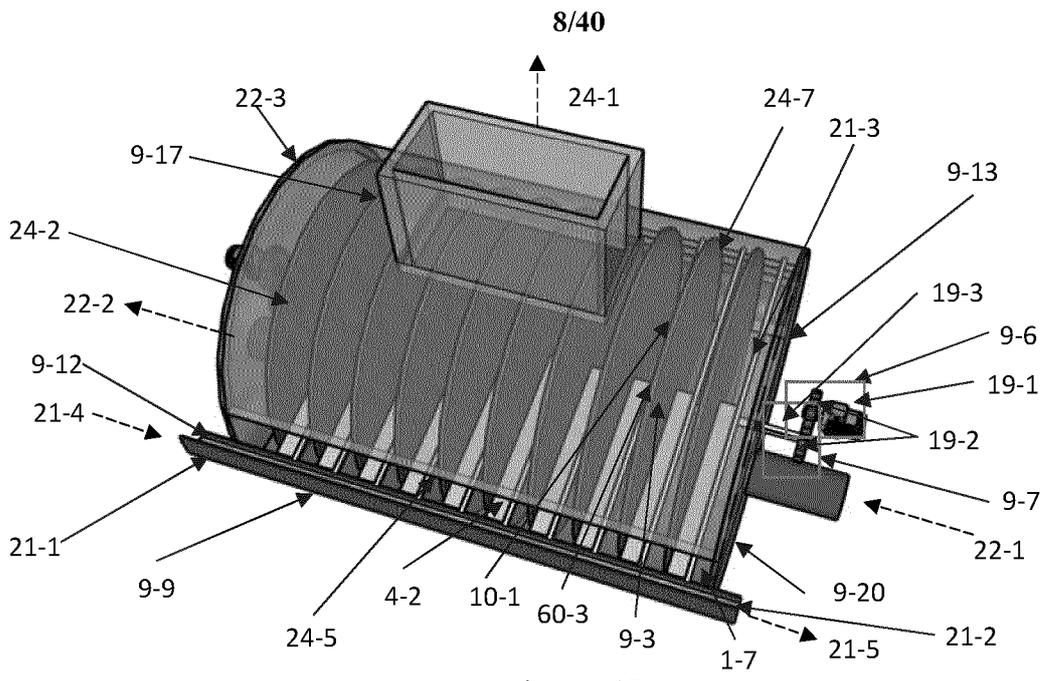
7/40

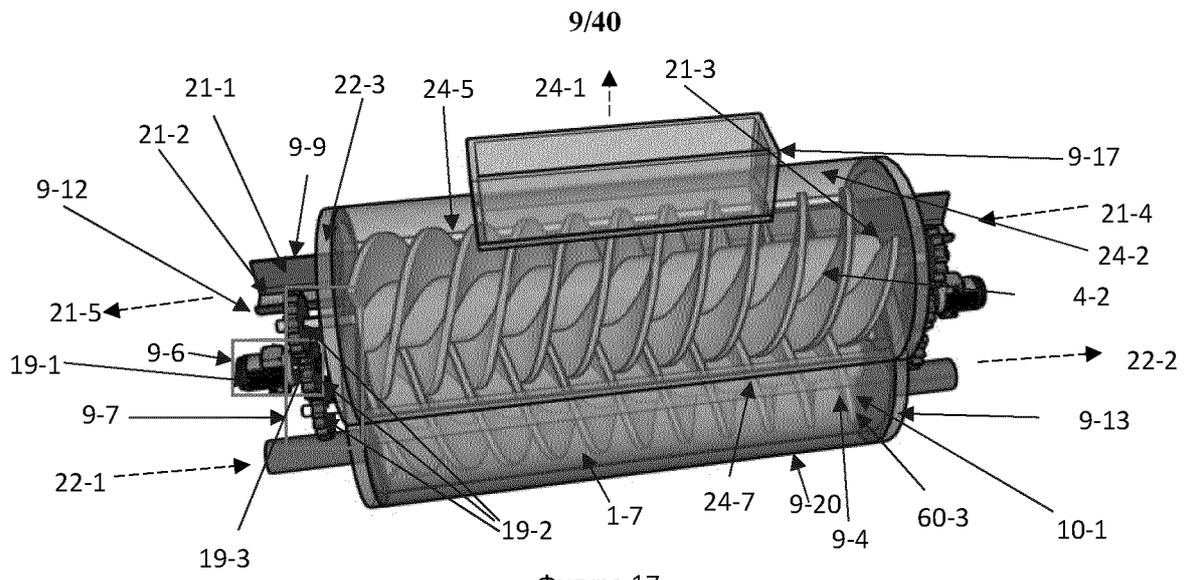


Фигура 13

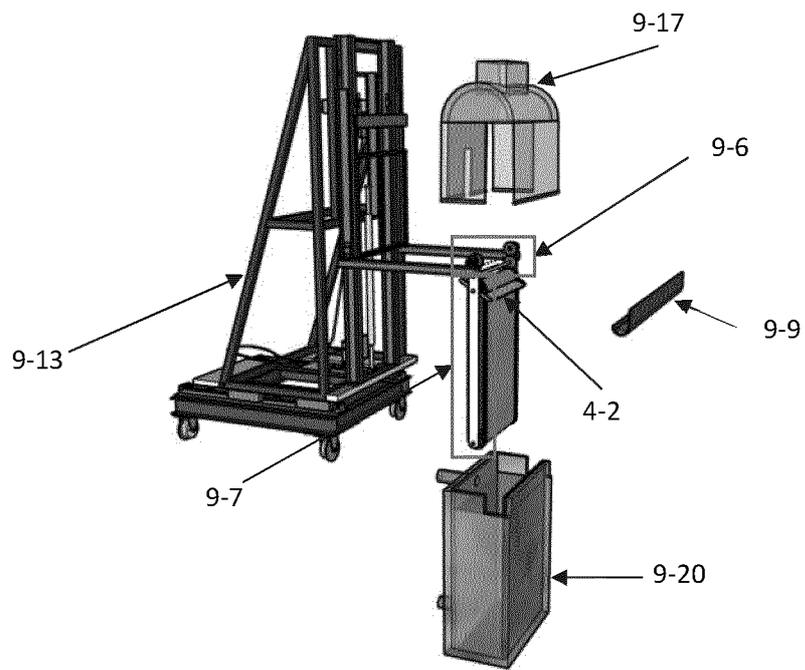


Фигура 14



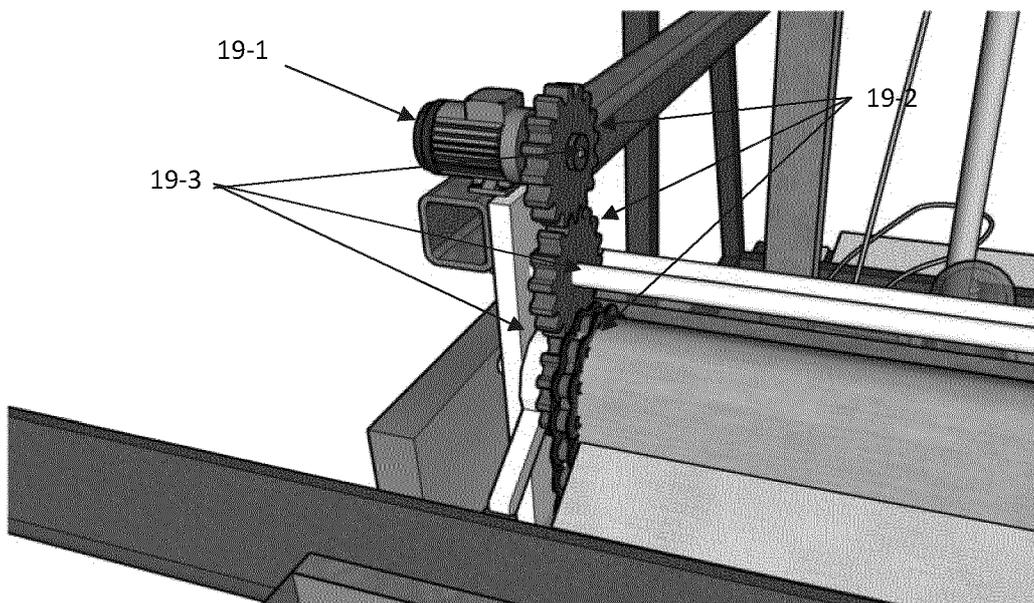


Фигура 17

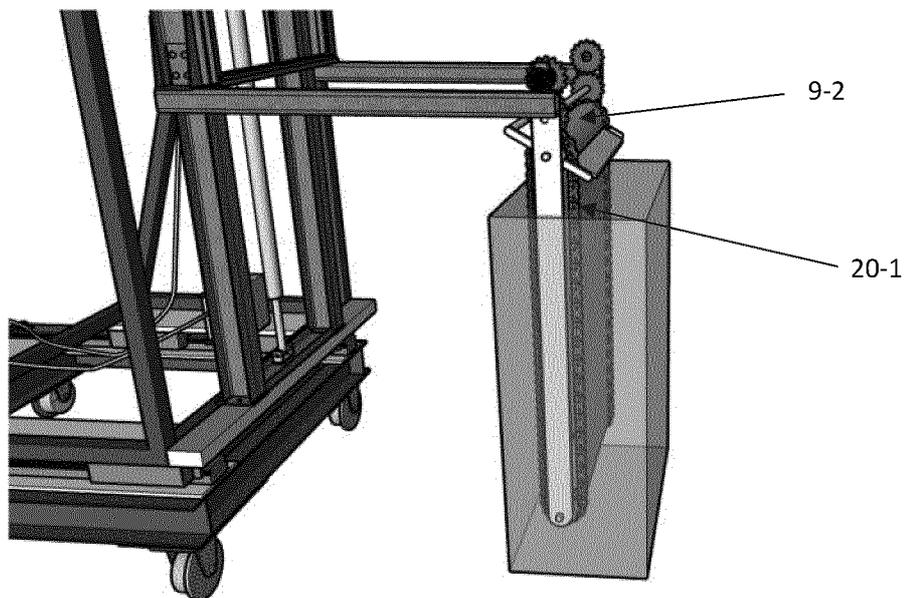


Фигура 18

10/40

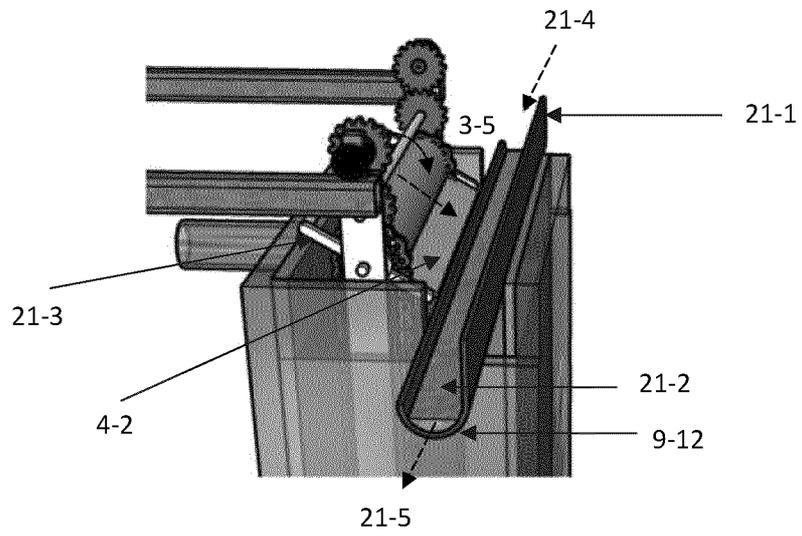


Фигура 19

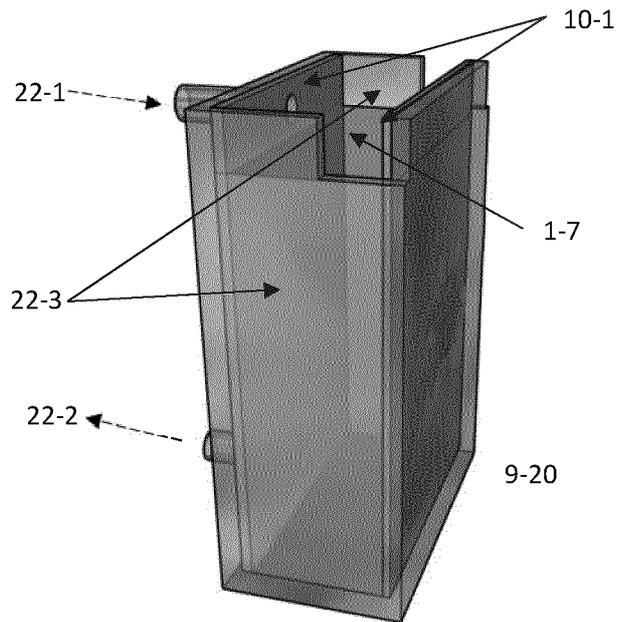


Фигура 20

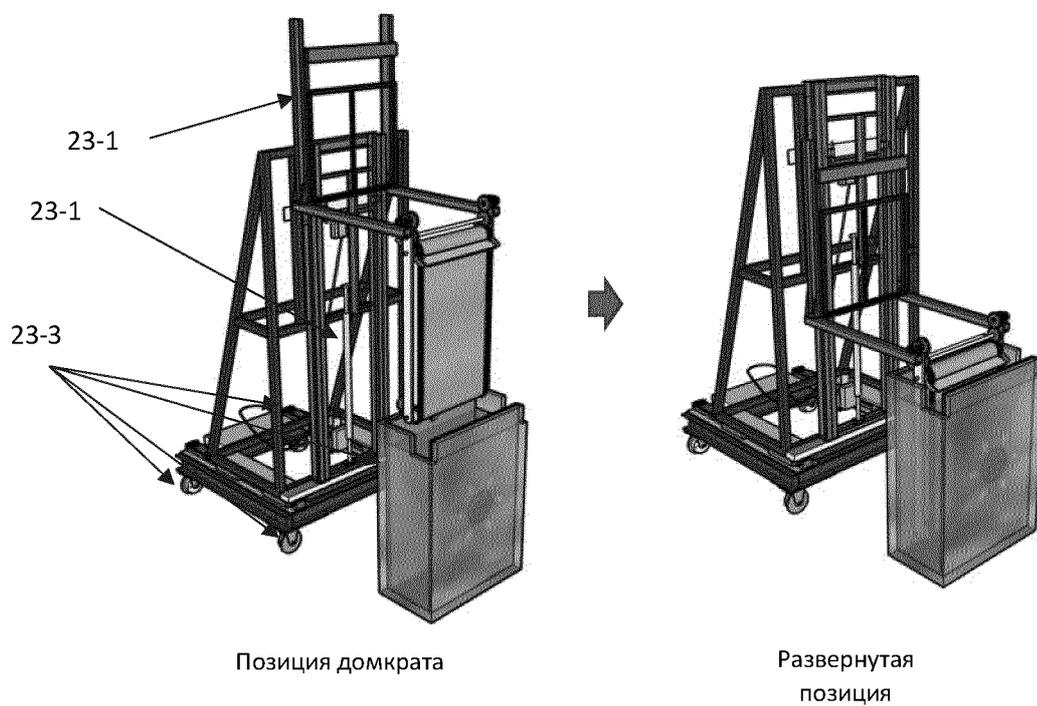
11/40



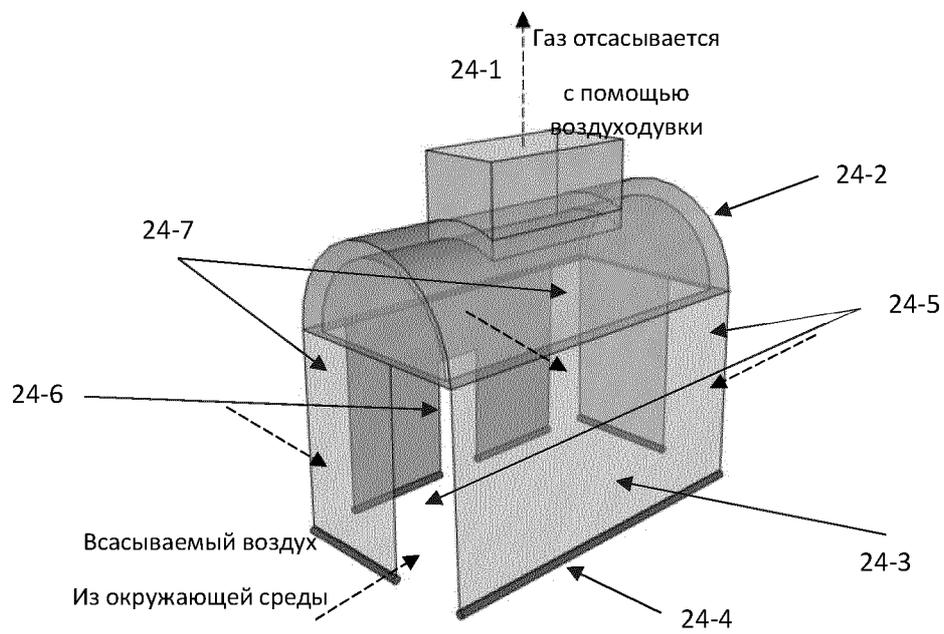
Фигура 21



Фигура 22

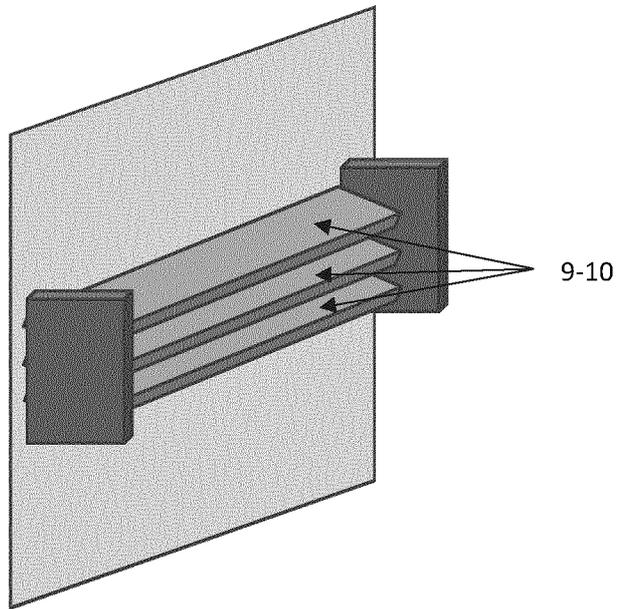


Фигура 23

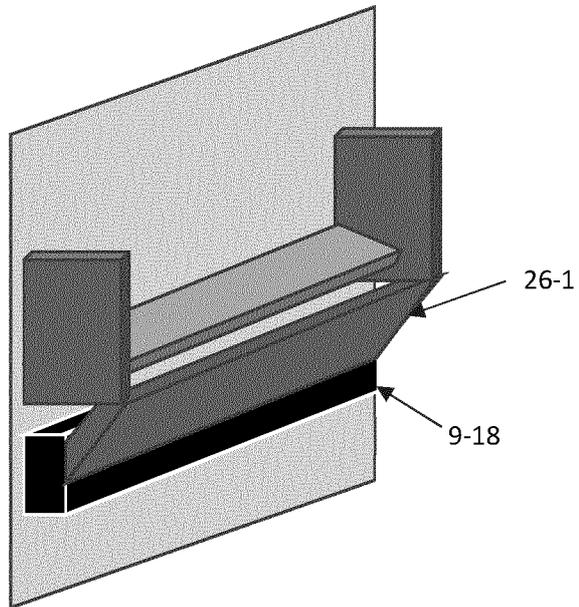


Фигура 24

13/40

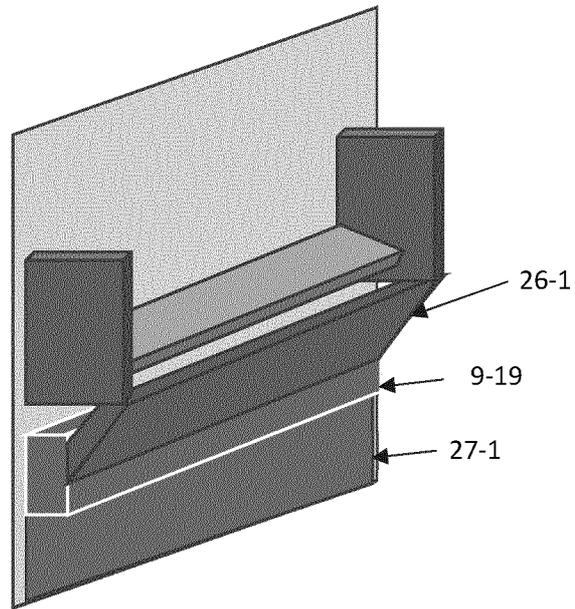


Фигура 25

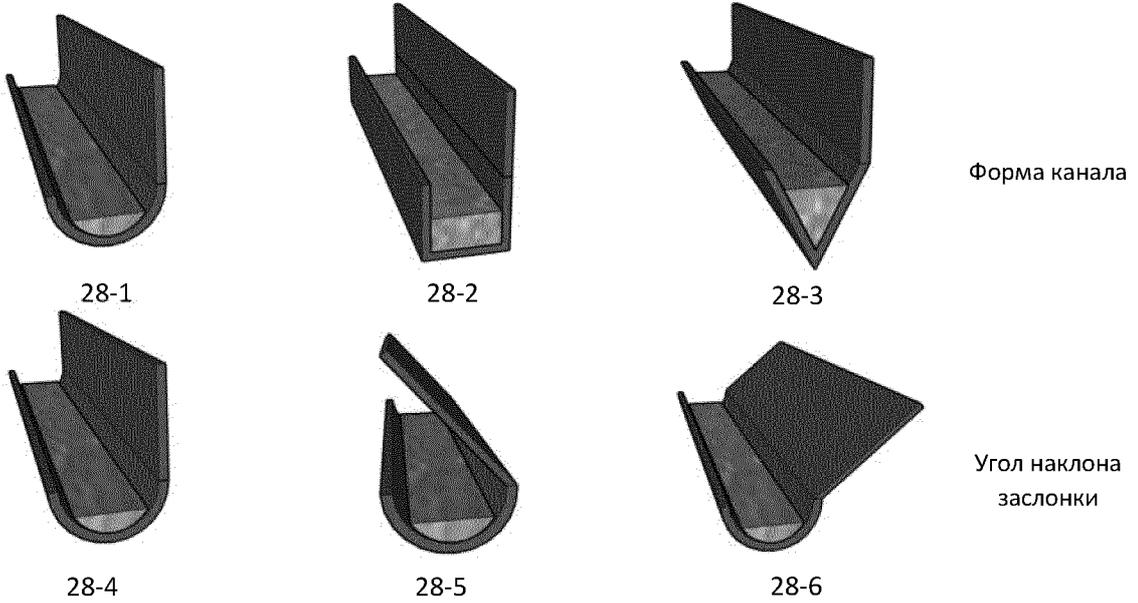


Фигура 26

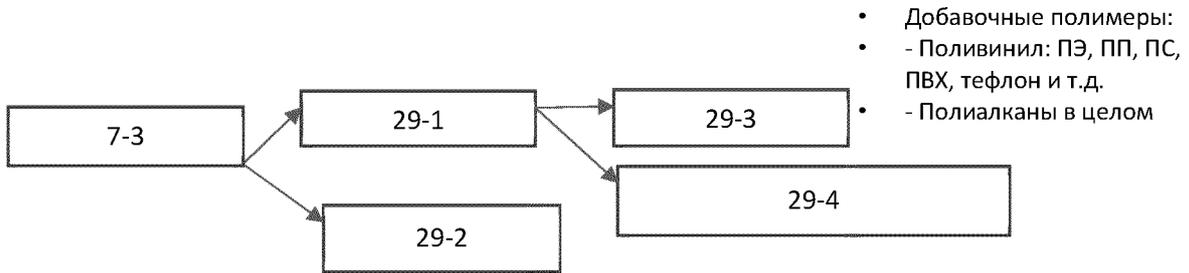
14/40



Фигура 27

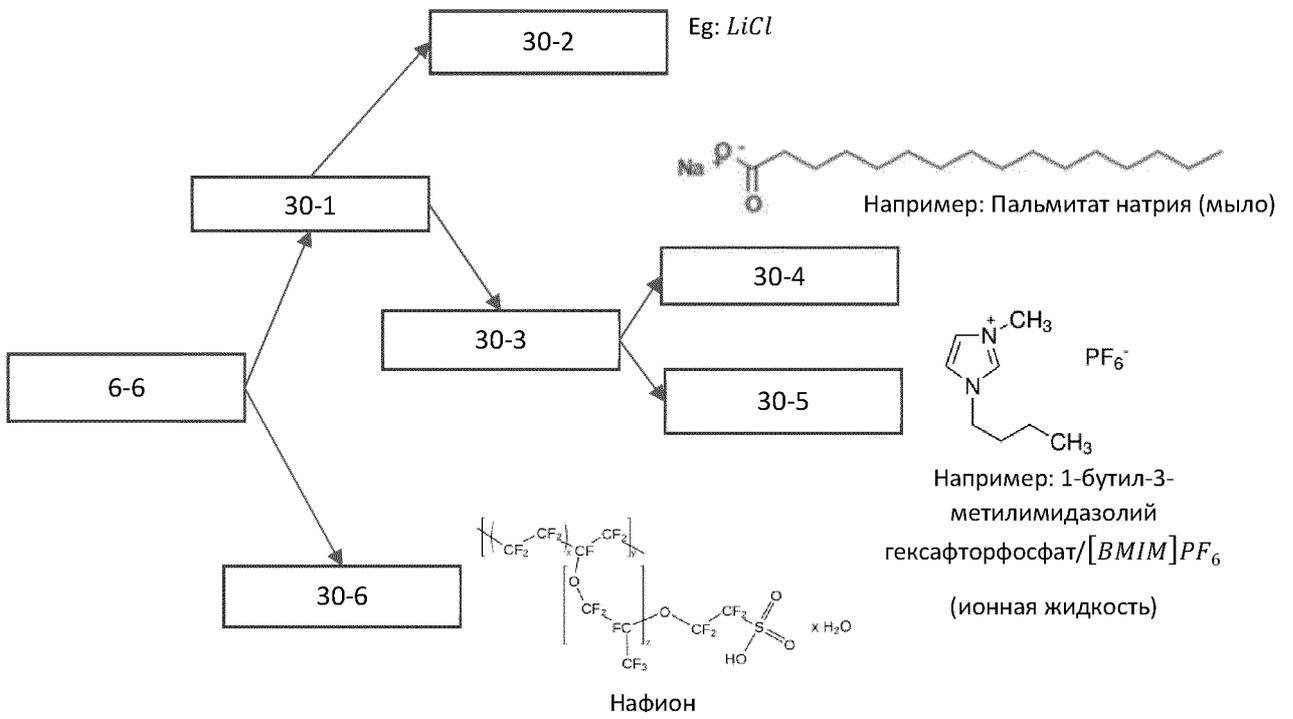


Фигура 28



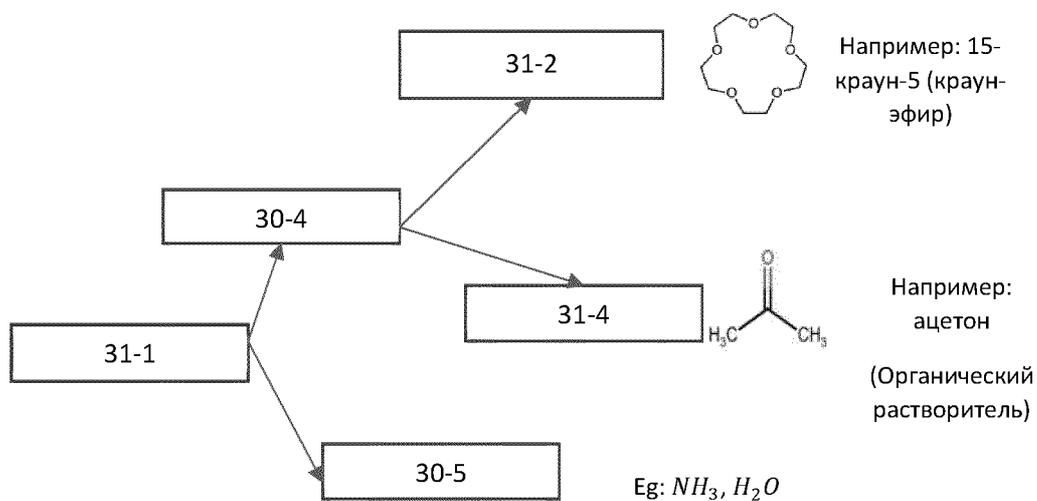
- Добавочные полимеры:
- - Поливинил: ПЭ, ПП, ПС, ПВХ, тефлон и т.д.
- - Полиалканы в целом

Фигура 29

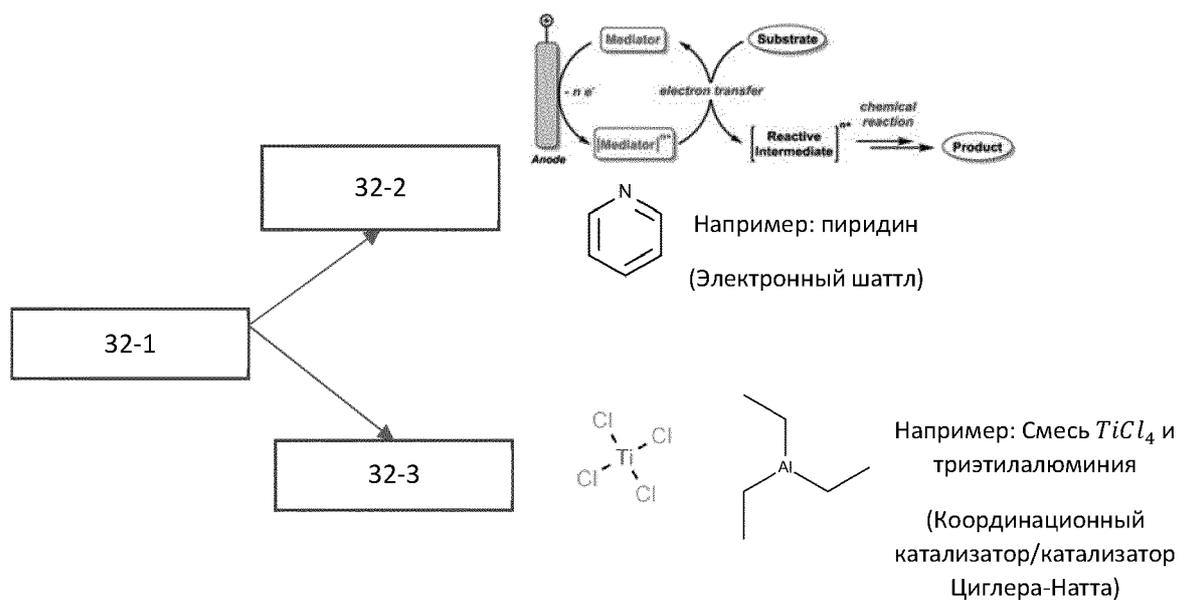


Фигура 30

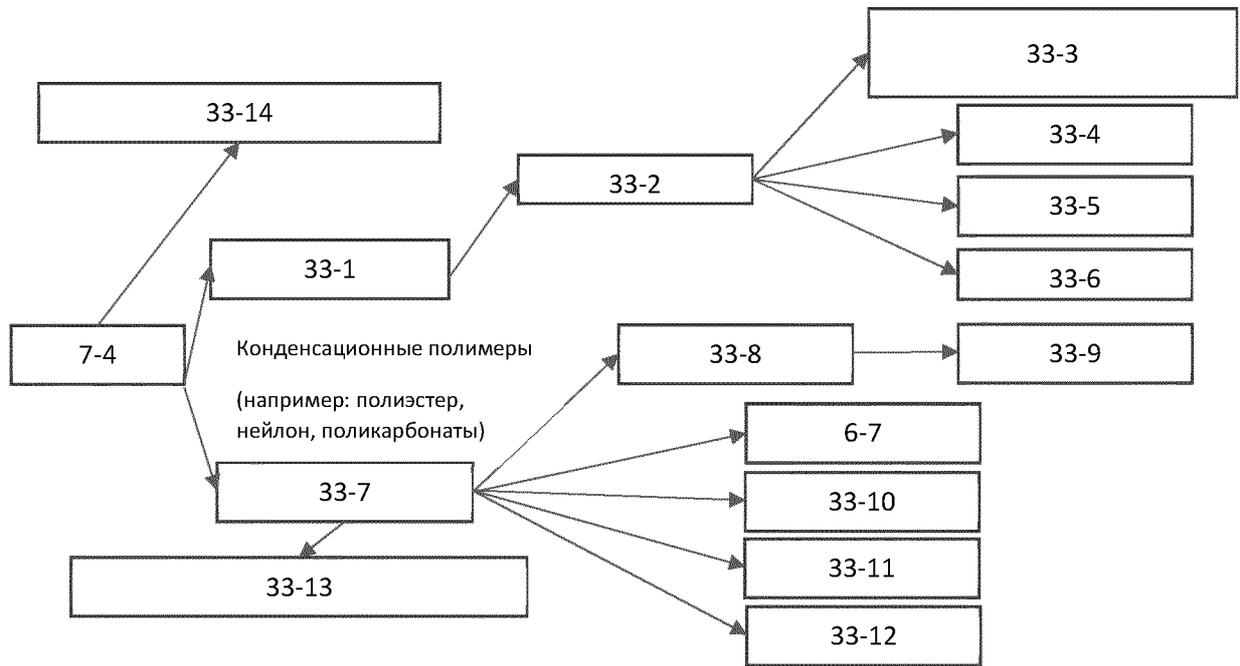
16/40



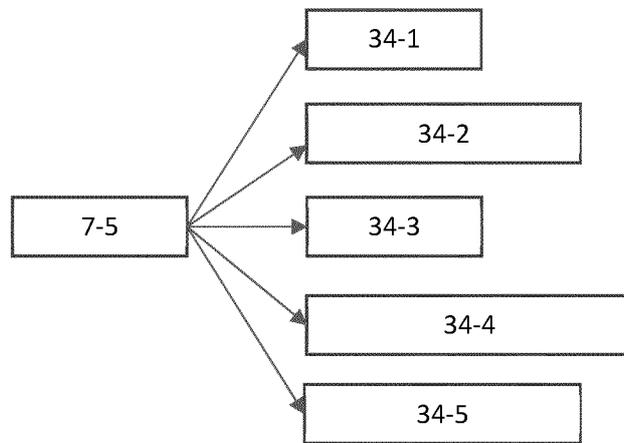
Фигура 31



Фигура 32

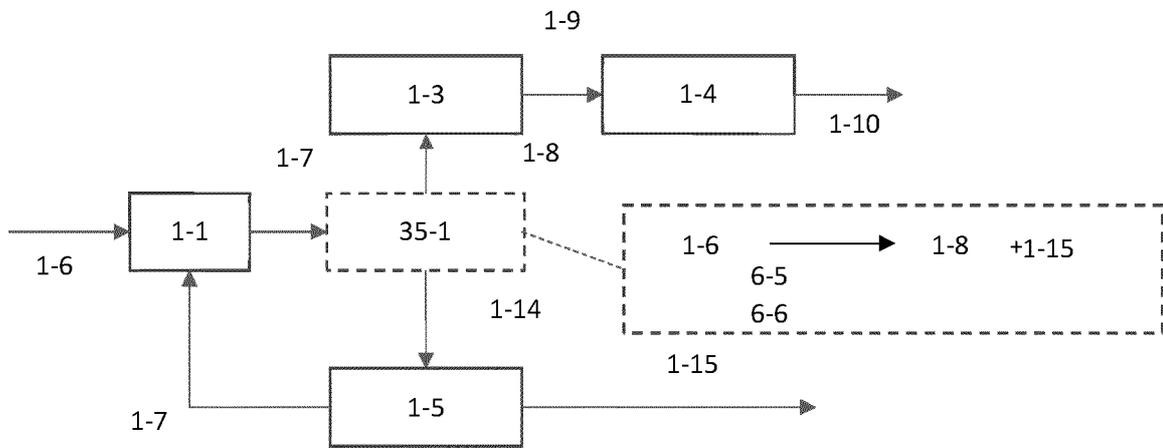


Фигура 33

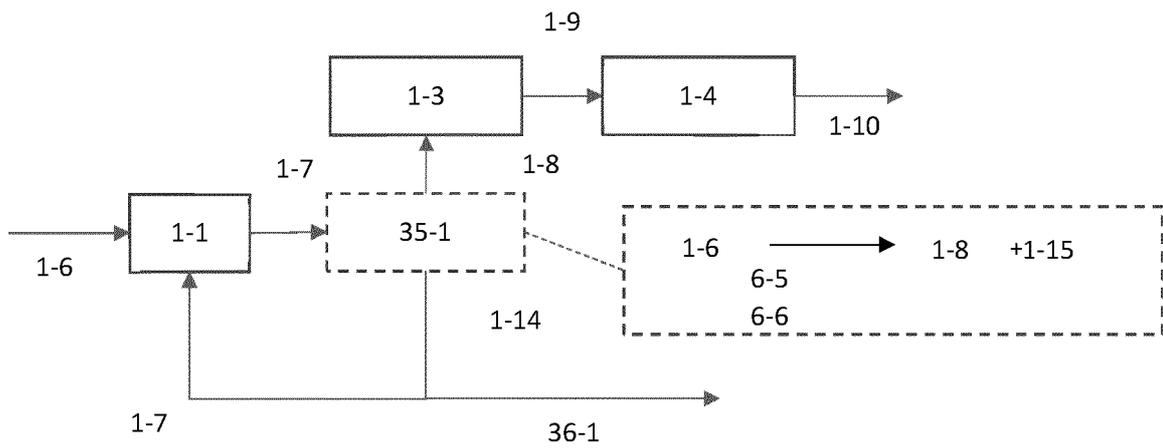


Фигура 34

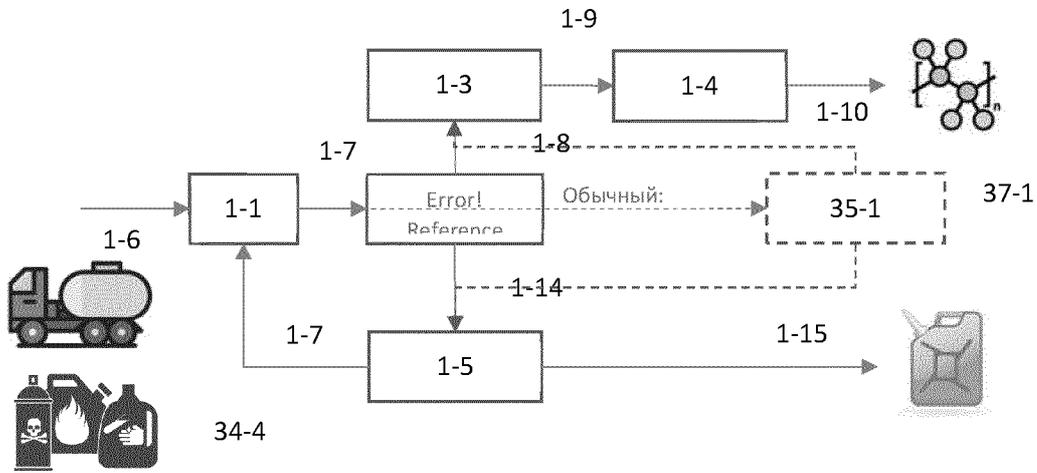
18/40



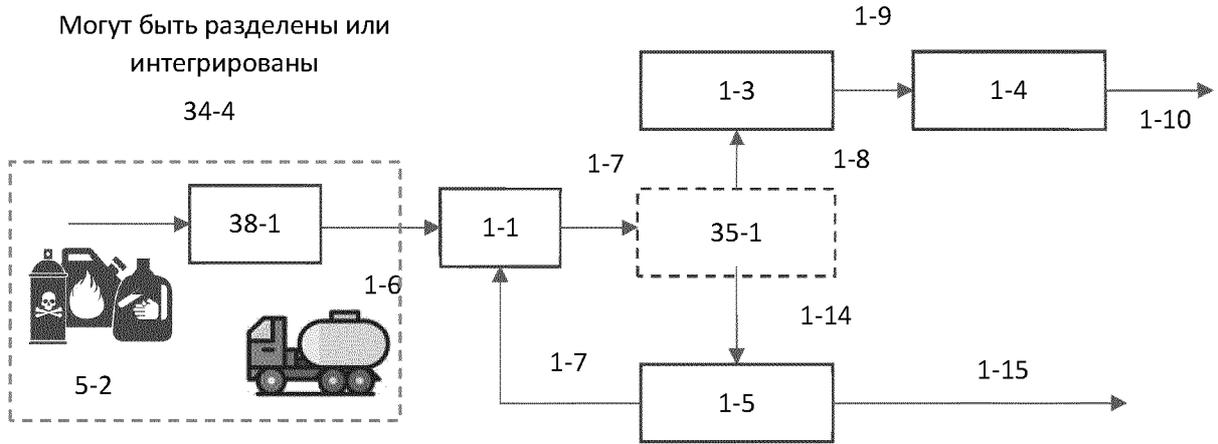
Фигура 35



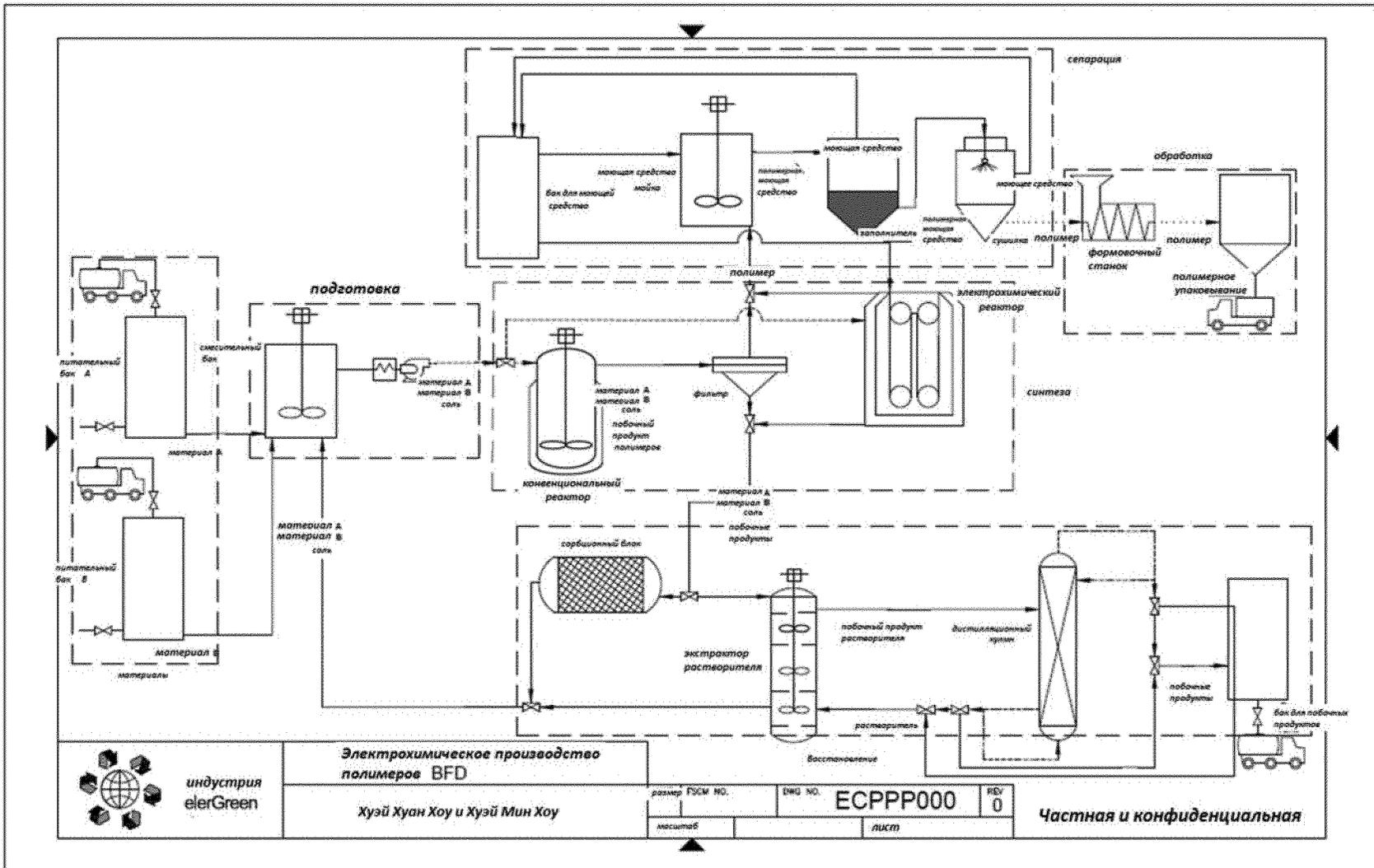
Фигура 36



Фигура 37

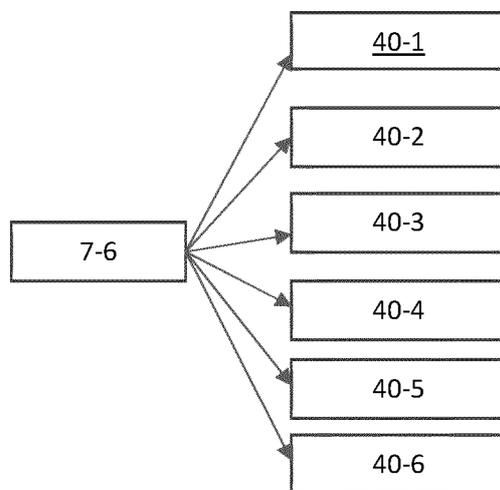


Фигура 38

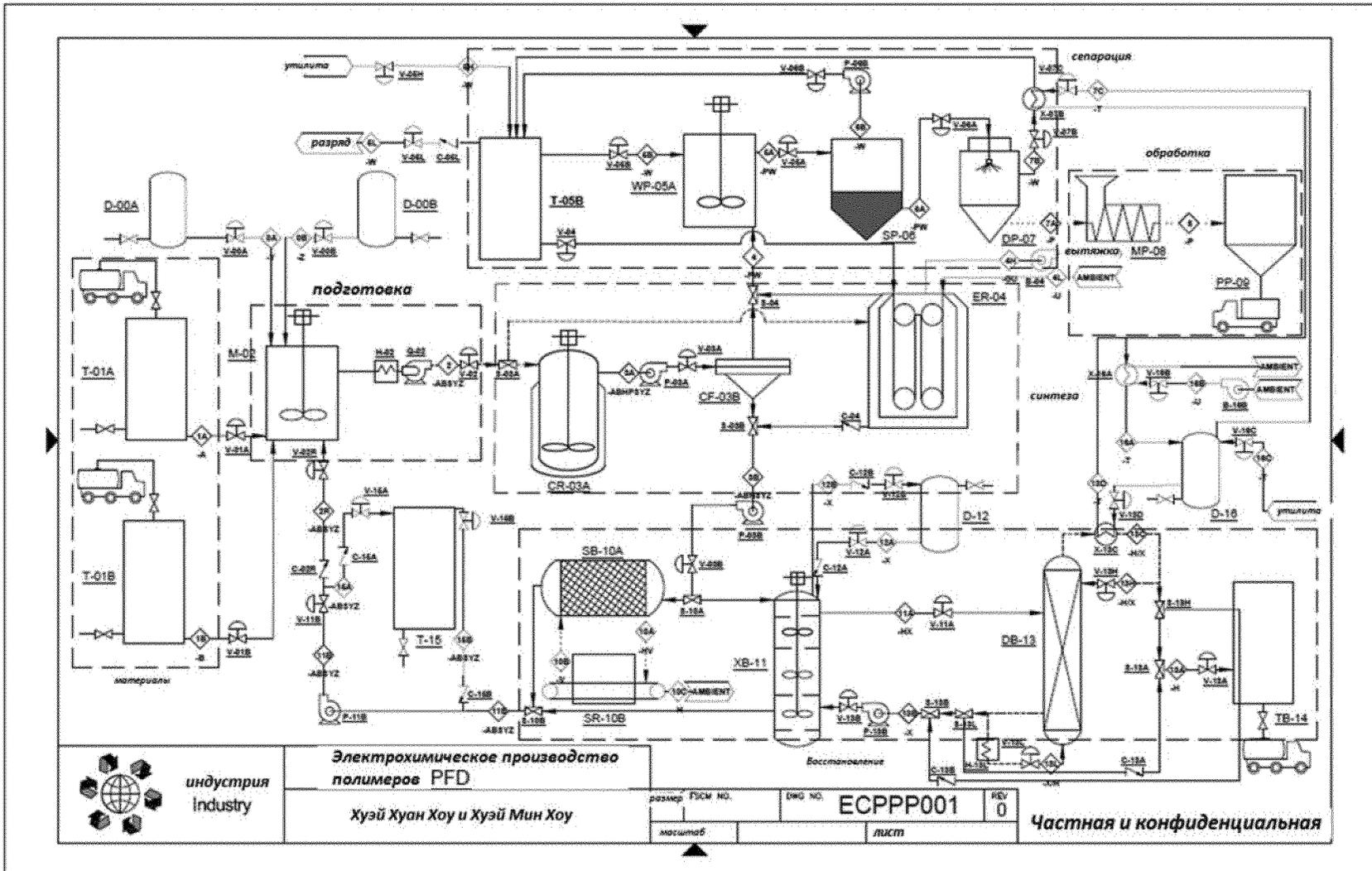


Фигура 39

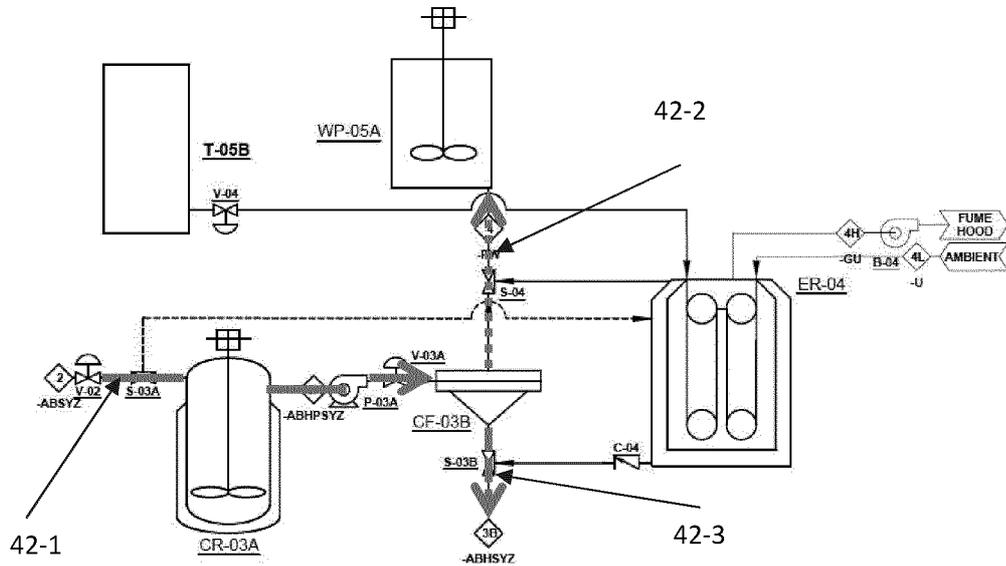
21/40



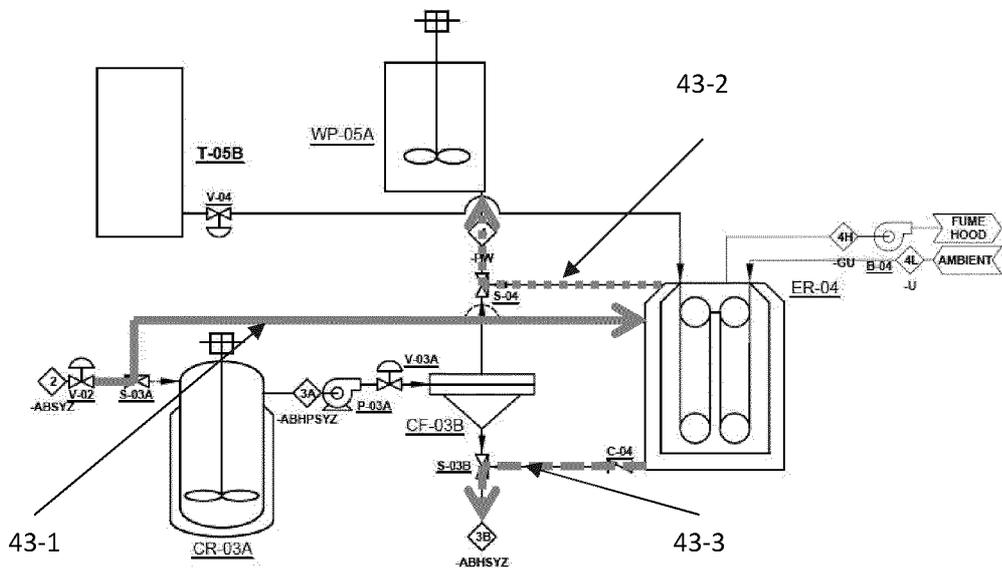
Фигура 40



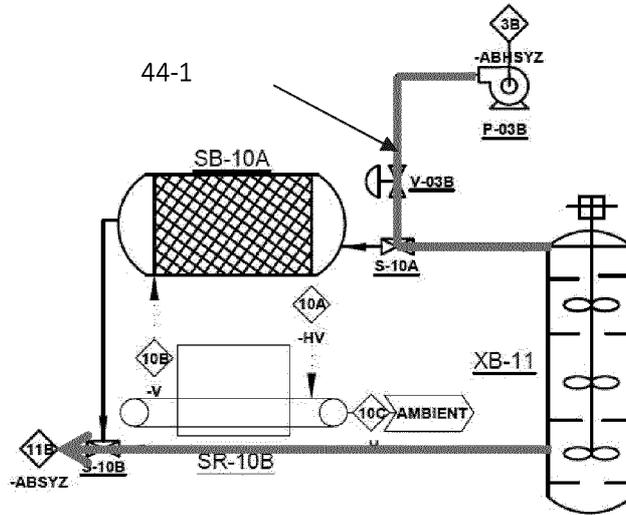
Фигура 41



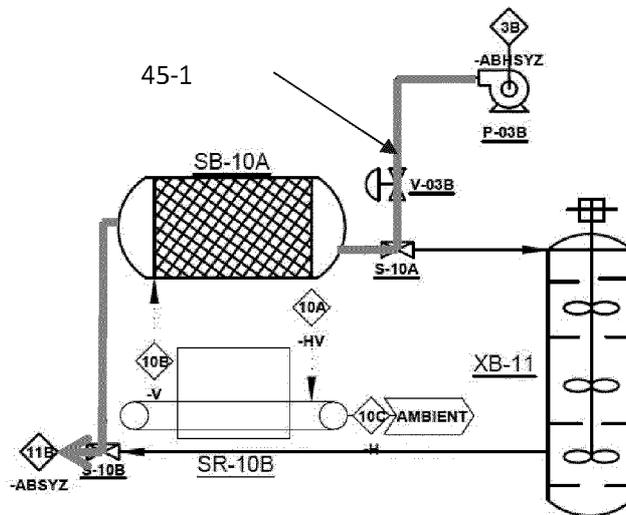
Фигура 42



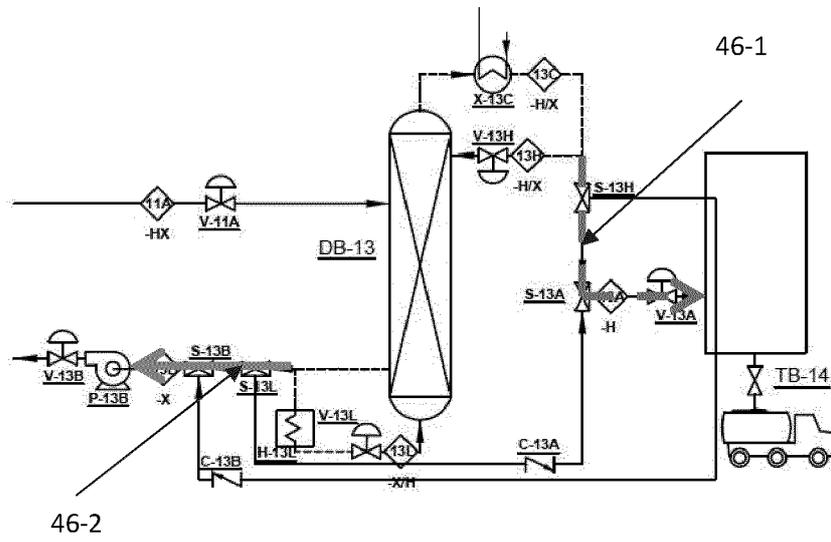
Фигура 43



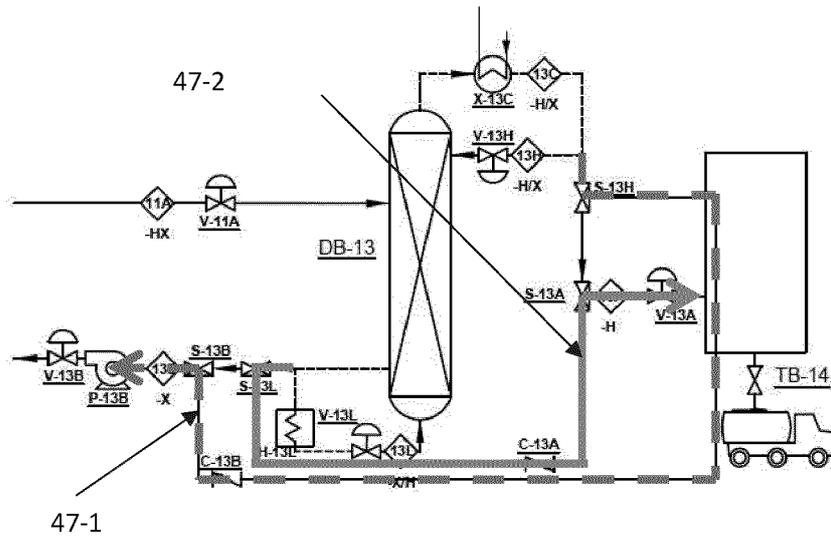
Фигура 44



Фигура 45

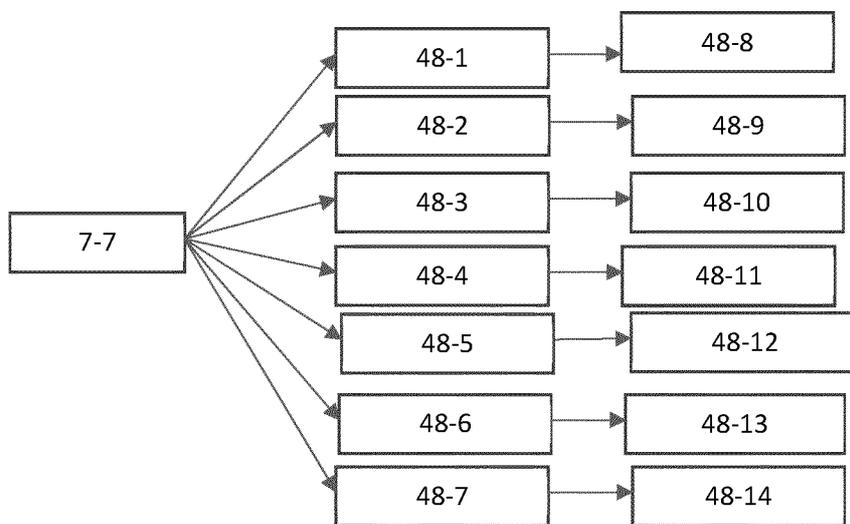


Фигура 46

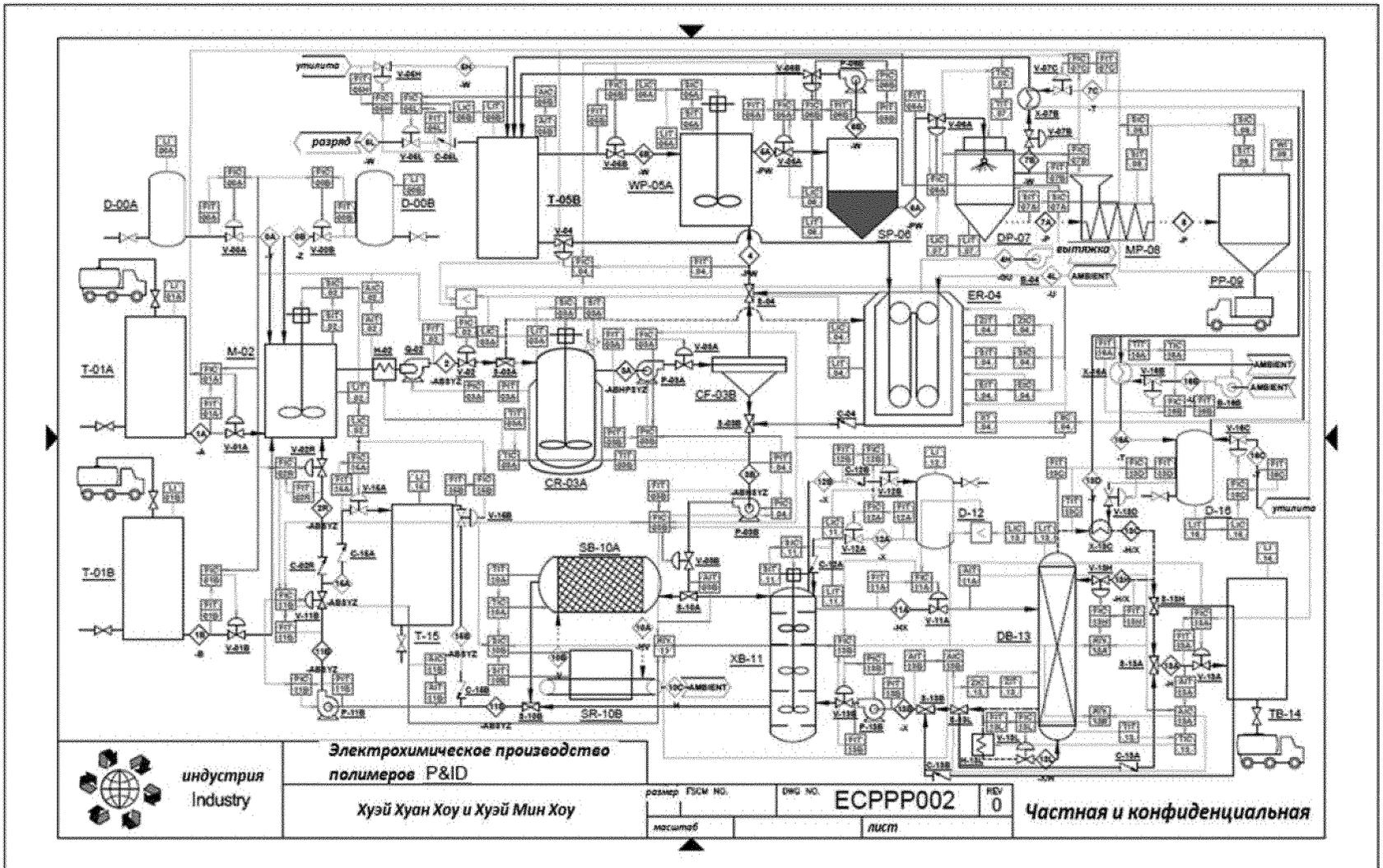


Фигура 47

26/40



Фигура 48



Фигура 49

идентификационные буквы		
буквы	сначала	последующие
A	анализ	
C		контроль
E	напряжение	
F	скорость потока	
I	текущий	указать
L	уровень	
P	давление	
R	соотношение	
S	скорость	
T	температура	передача
W	вес	
Y		реле
Z	позиция	

идентификация инструмента		
символ	тип	местоположение
	общий дисплей/контроль	операторская комната управления
	программируемое логическое управление	операторская комната управления
	отмена выбора	операторская комната управления
*	диапазон разделения	операторская комната управления

идентификация вспомогательных устройств	
буквы	описание
B	воздуходувка
C	обратный клапан
H	обогреватель
P	насос
Q	компрессор
S	переключающий клапан
V	клапан
X	теплообменник

Маркировка линий	
пример	
поток No. продукция	
символ	продукция
A	материал A
B	материал B
G	газ
H	побочный продукт
P	полимер
S	соль/солюта
T	охлаждающая жидкость
U	воздух
V	абсорбент
W	моющее средство
X	растворитель
Y	сорстворитель
Z	добавка

идентификация оборудования		
CODE	оборудования	описание
T-01A	питательный бак A	материал A : склад
T-01B	питательный бак B	материал B : склад
D-00A	барaban для растворителя	растворителя
D-00B	барaban для присадок	склад аддитива
M-02	смесительный бак	смеситель кормов
CR-03A	конвенциональный реактор	обычный метод
CF-03B		обычный : фильтр
ER-04	электрохимический реактор	модернизированный байпас
T-05B	бак для моющей жидкости	рециркуляционный резервуар
WP-05A	мойка	мойка полимеров
SP-06	сеттлер	седиментация плимера
DP-07	сушилка	пимерная сушилка
MP-08	формовочная машина	переработка плимеров
PP-09	полимерное упаковывание	упаковка и хранение
SB-10A	сорбционный блок	сорбция побочных продуктов
SR-10B	регенерация сорбента	восстановление сорбента
XB-11	экстрактор растворителей	экстрактор побочных продуктов
D-12	барaban для растворителя	резервуар для растворителя
DB-13	дистилляционная колонна	дистилляция побочных продуктов
TB-14	бак для побочных продуктов	хранение побочных продуктов
T-15	резервуарный бак	резервуар для электролита
D-16	барaban для охлаждающей жидкости	охлаждающий резервуар

символы трубопроводов и соединений	
	основная технологическая линия
	вспомогательная технологическая линия
	изолированный трубопровод
	механическая линия
	сигнал прибора

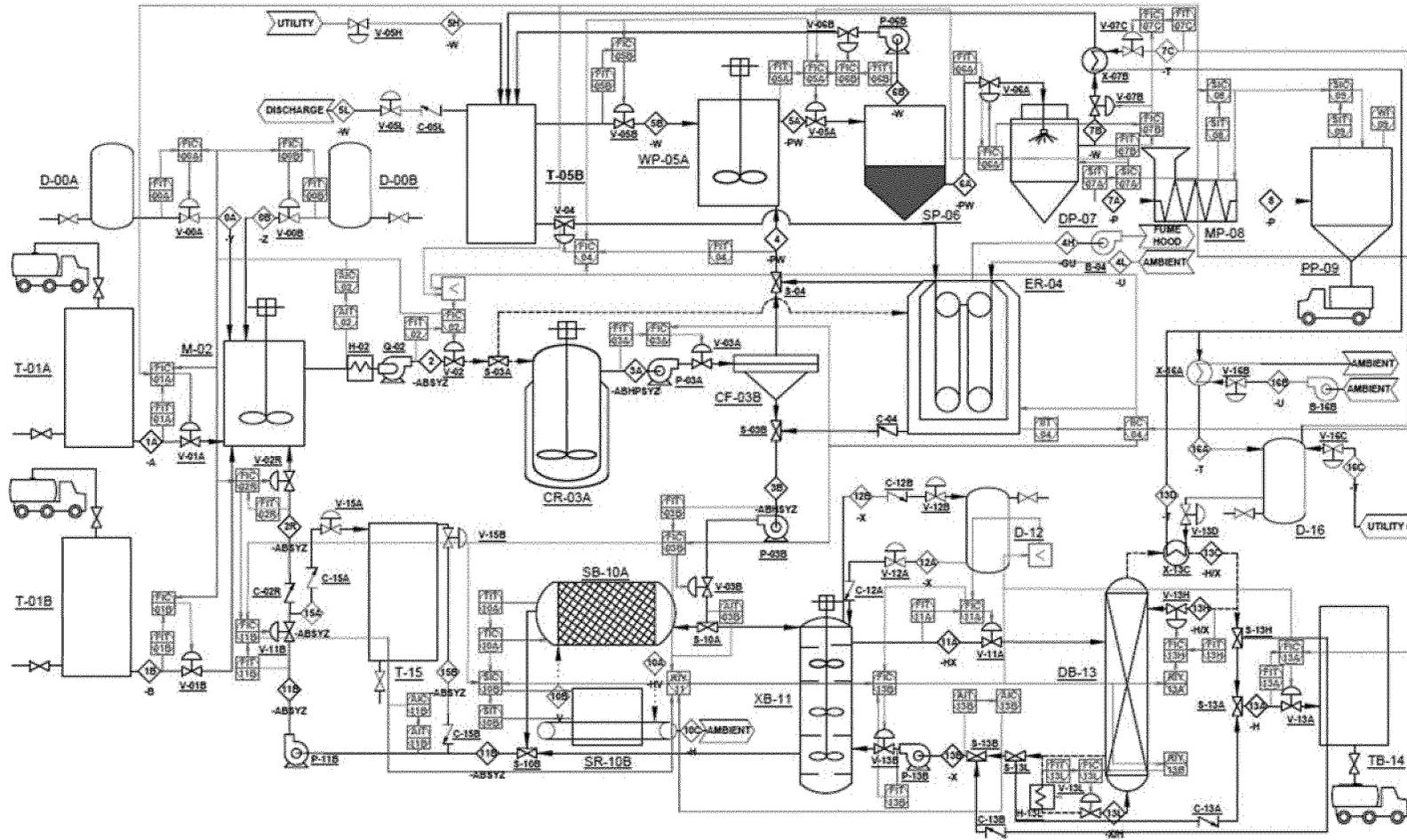
  

символы клапанов	
символы	тип
	обратный клапан
	контрольный клапан
	клапан вкл/выкл
	предохранительный клапан
	переключающий клапан

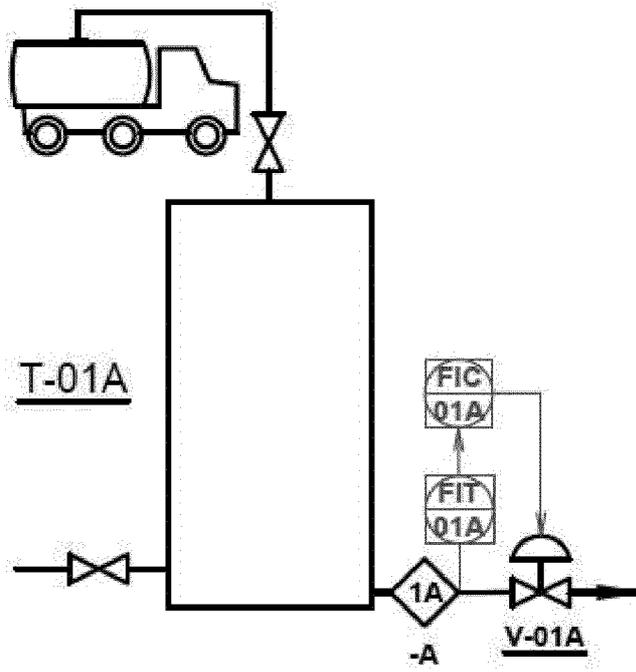
  

	индустрия	Электрохимическое производство
	eleGreen	
	полимеров BFD /PFD/P&ID надпись	
	Хуэй Хуан Хоу и Хуэй Мин Хоу	
размер	ГОСТ No.	дво. No.
		ЕСРРР003
масштаб		лист
		REV 0
Частная и конфиденциальная		

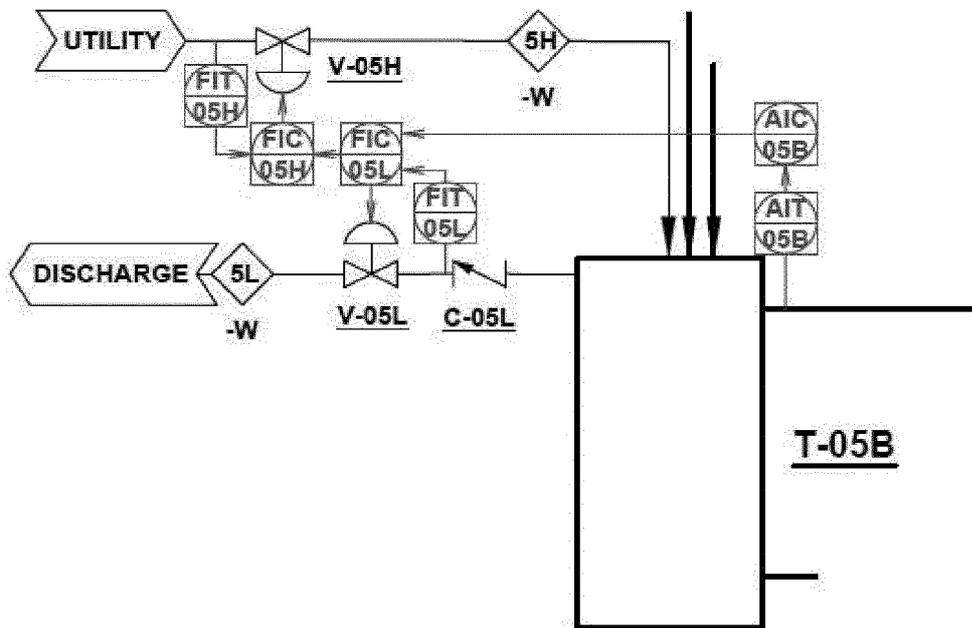
Фигура 50



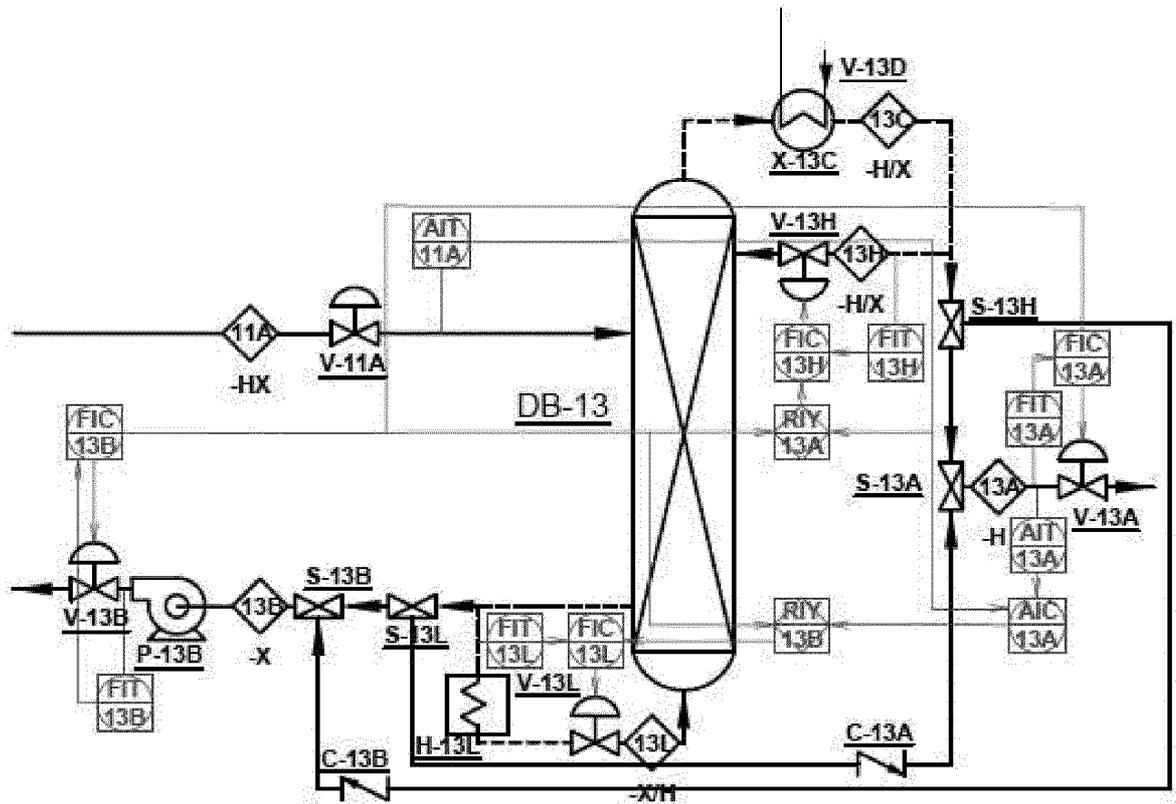
Фигура 51



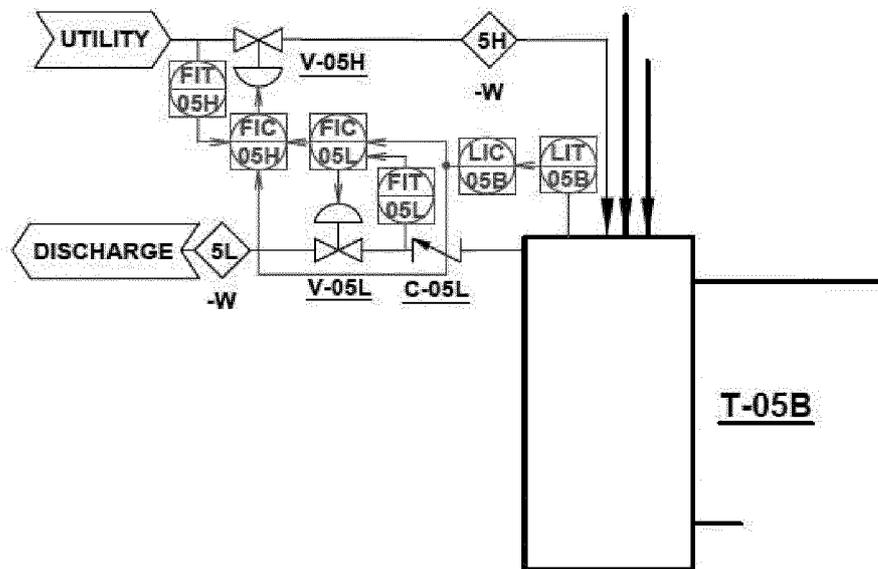
Фигура 52



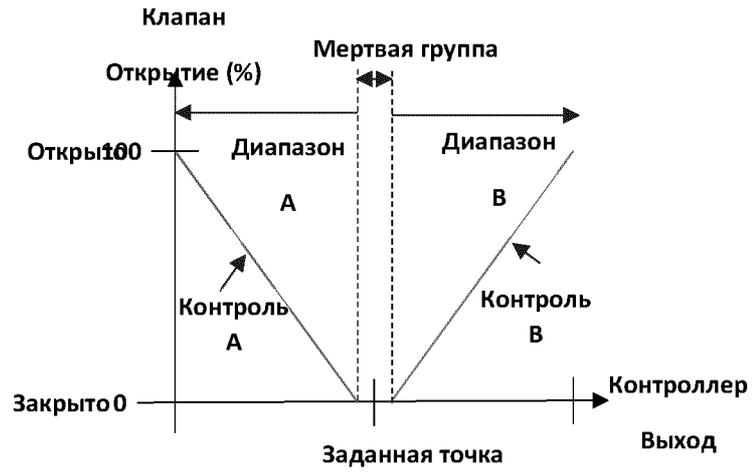
Фигура 53



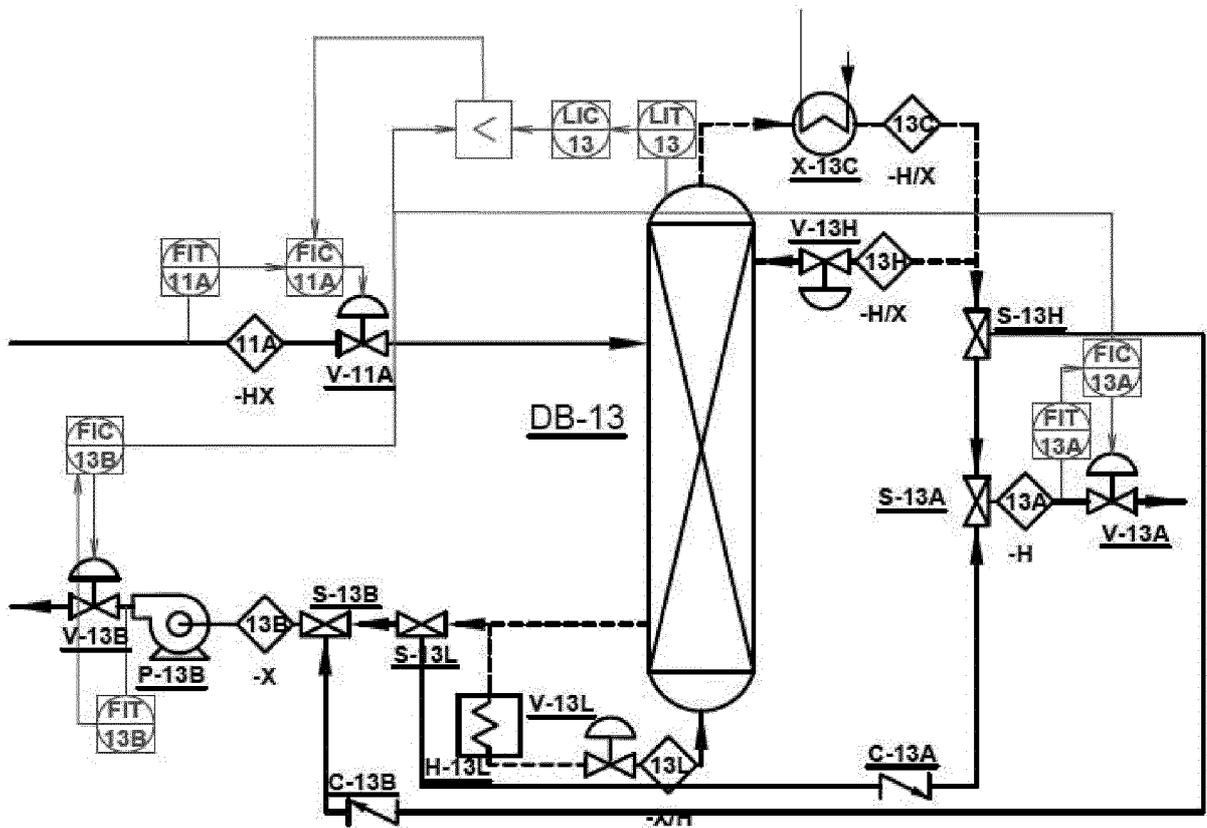
Фигура 54



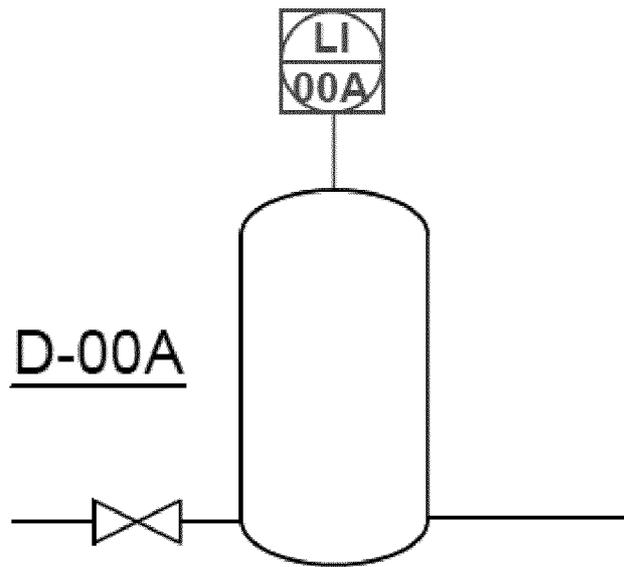
Фигура 55



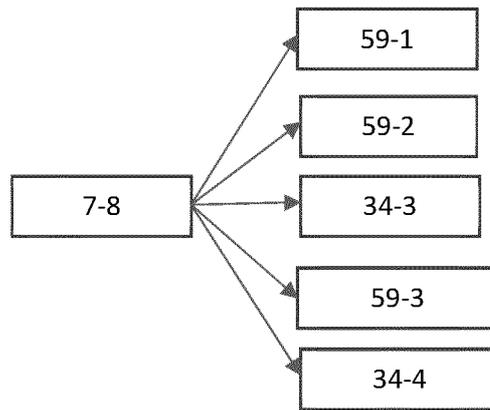
Фигура 56



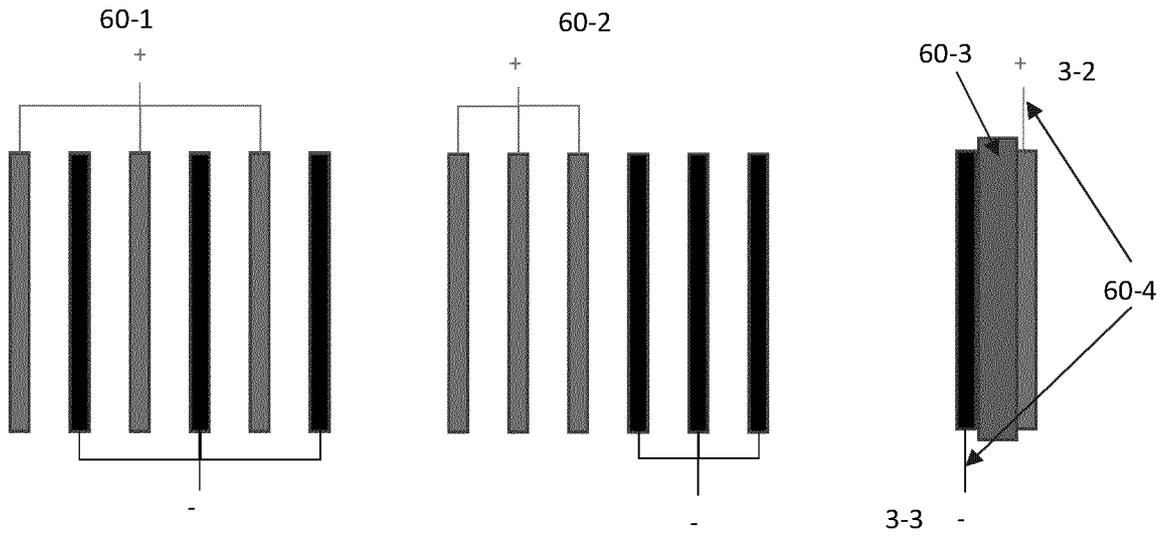
Фигура 57



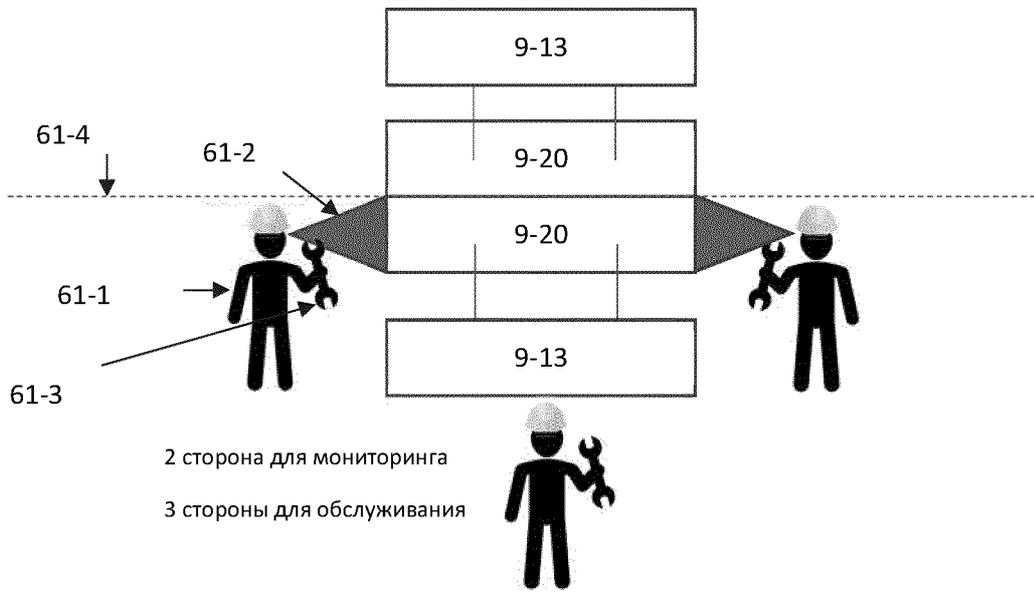
Фигура58



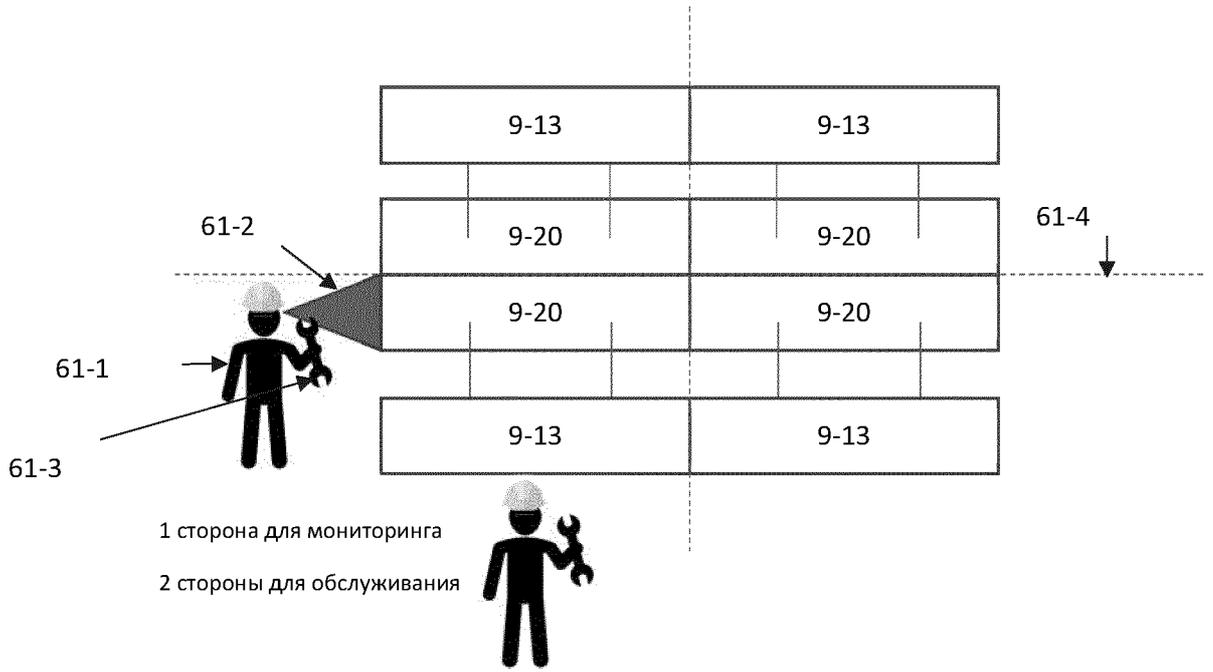
Фигура 59



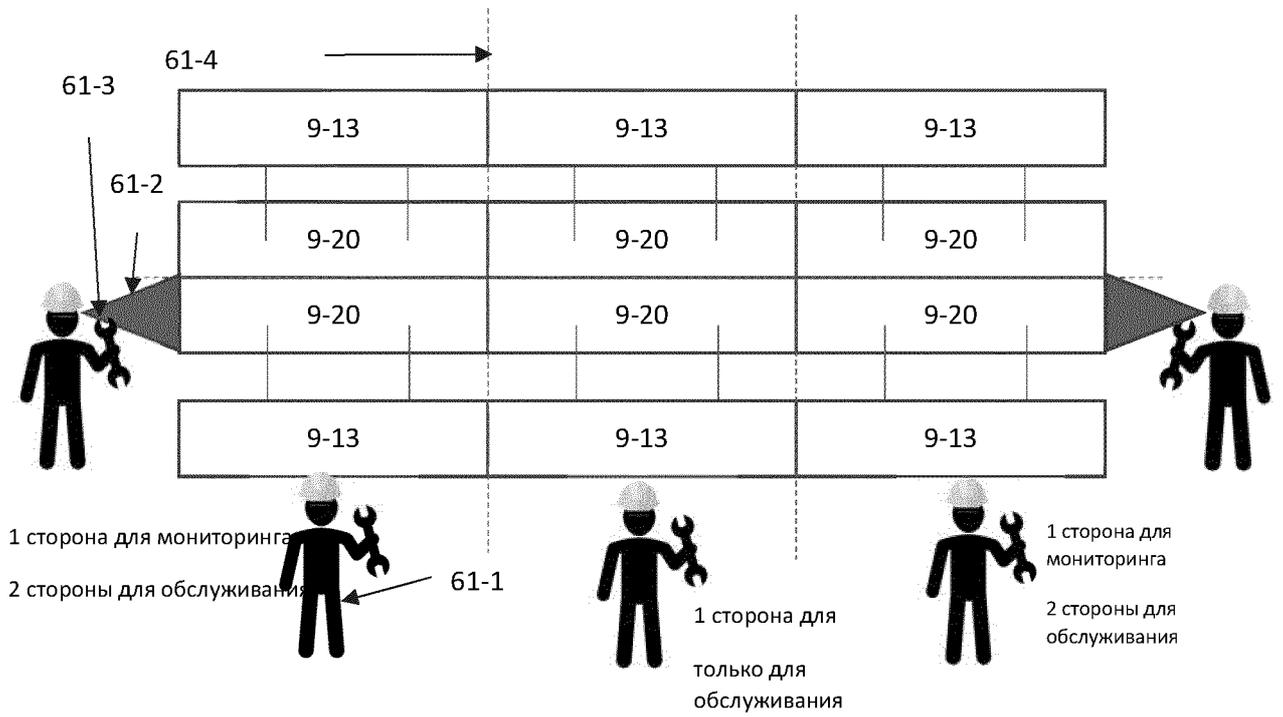
Фигура 60



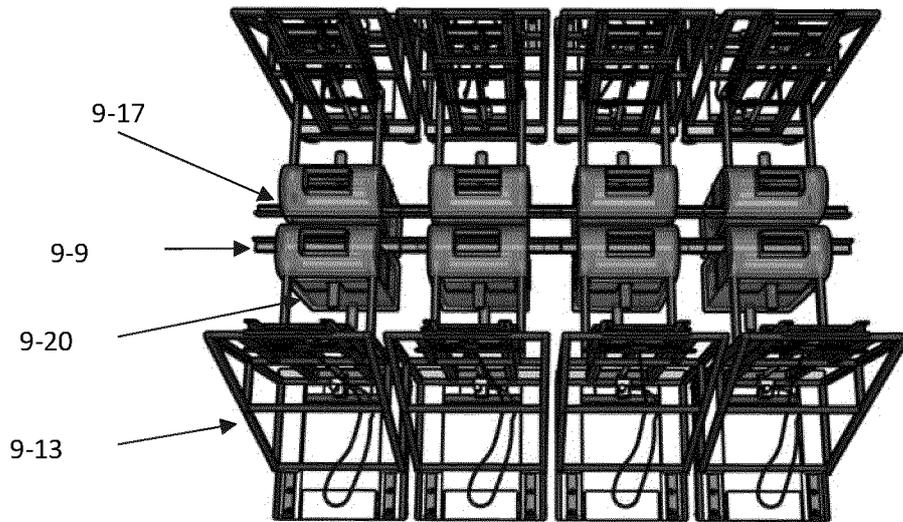
Фигура 61



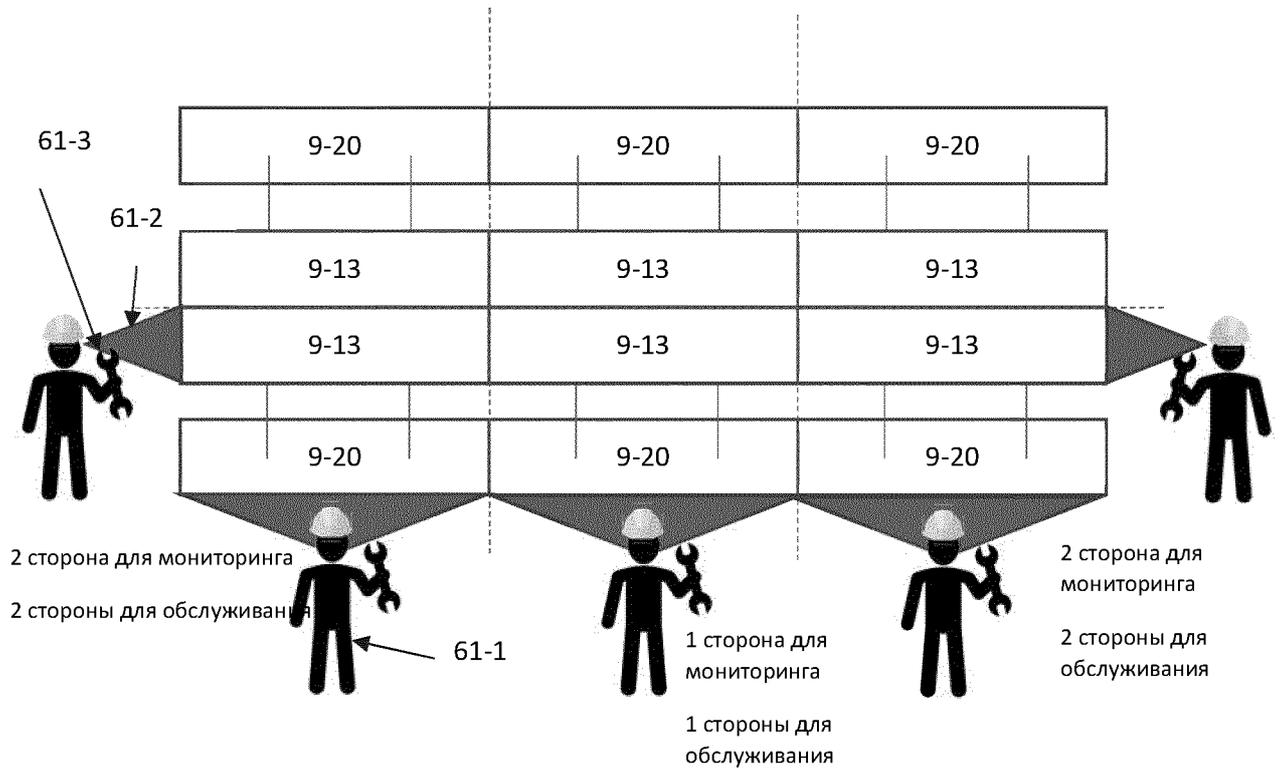
Фигура 62



Фигура 63

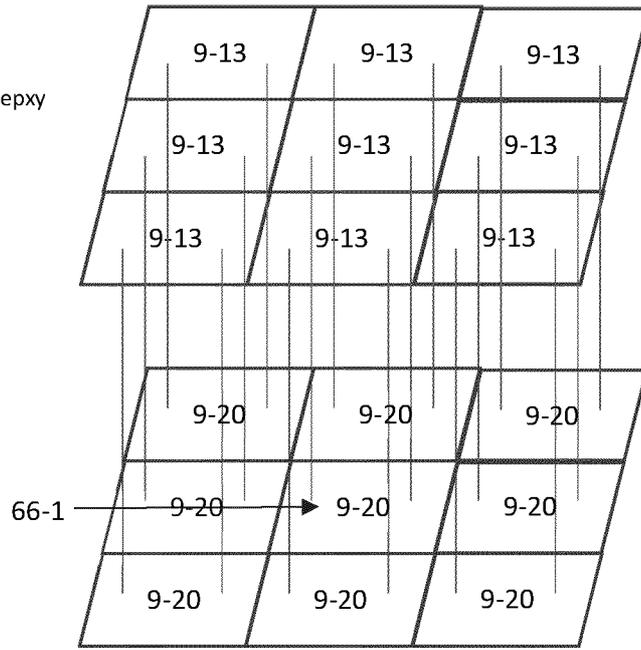


Фигура 64

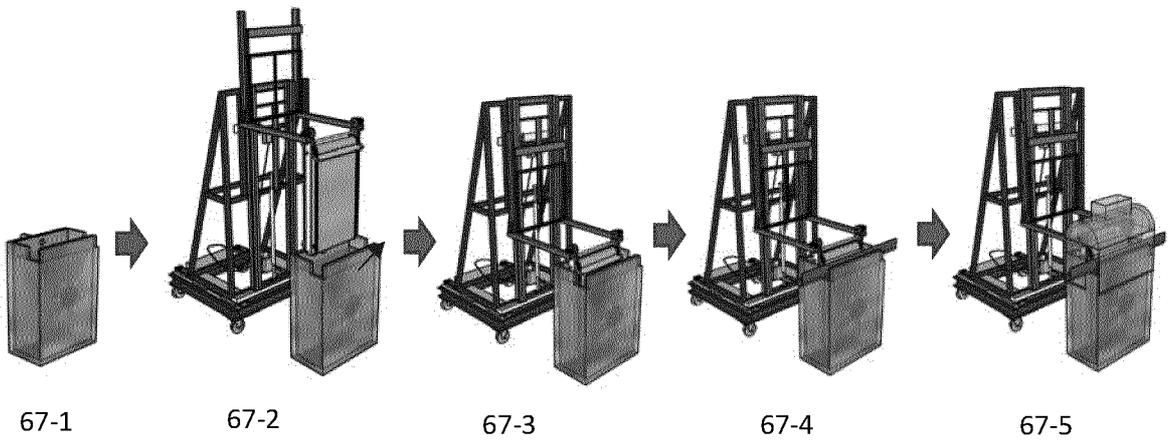


Фигура 65

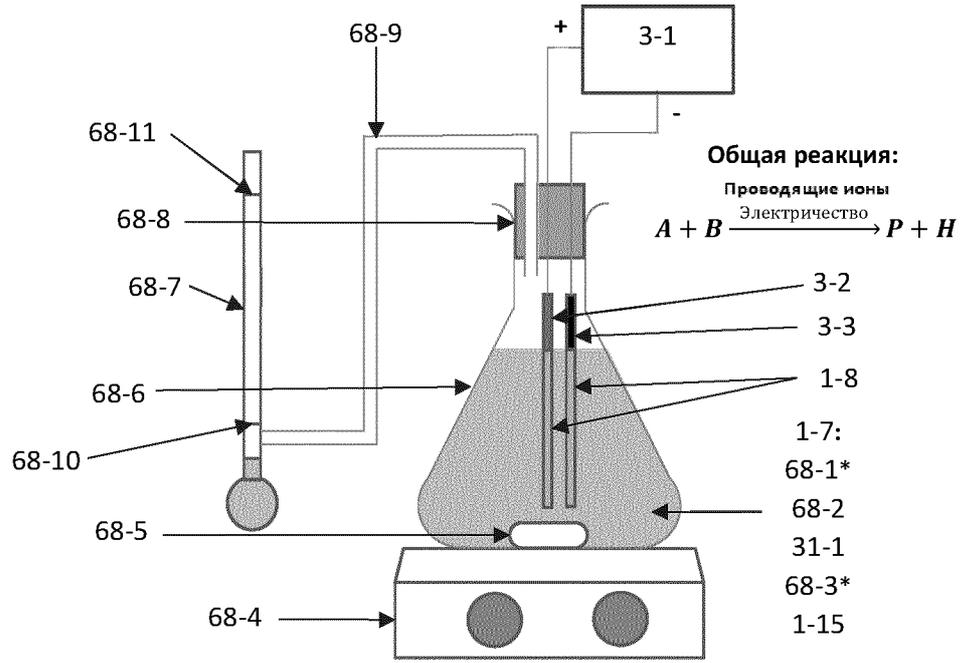
Опора, подвешенная сверху



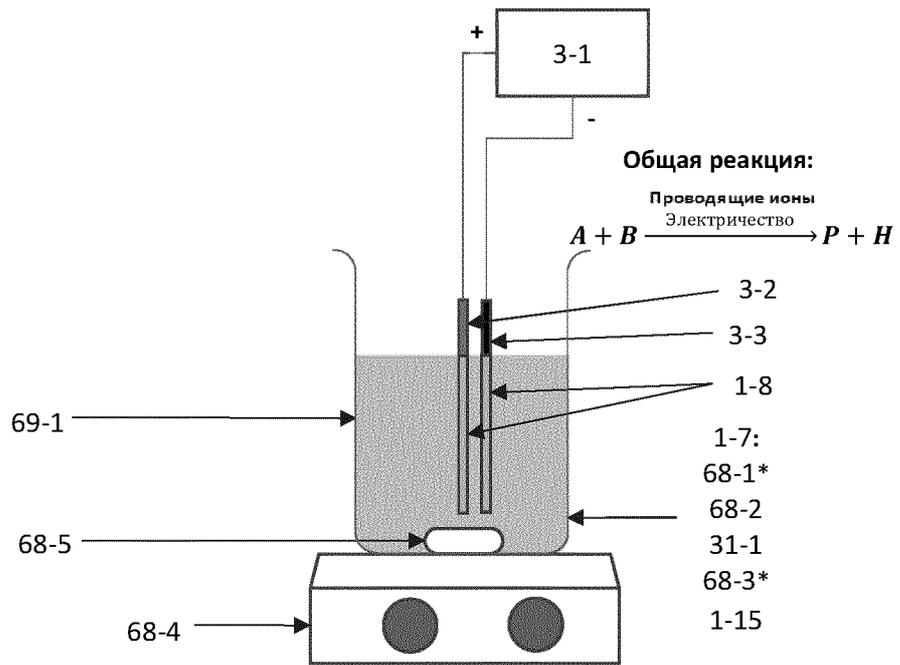
Фигура 66



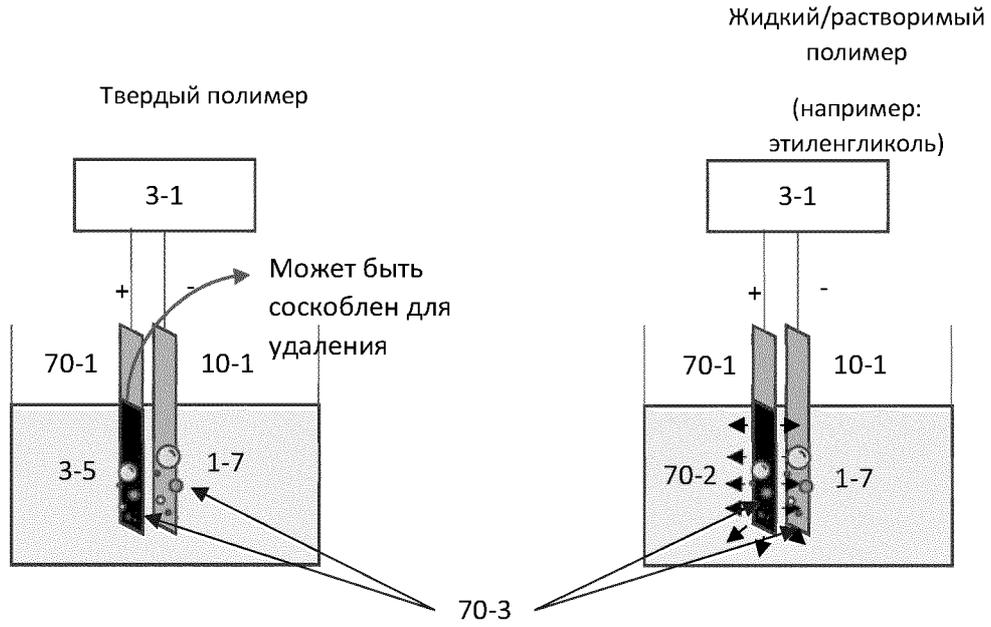
Фигура 67



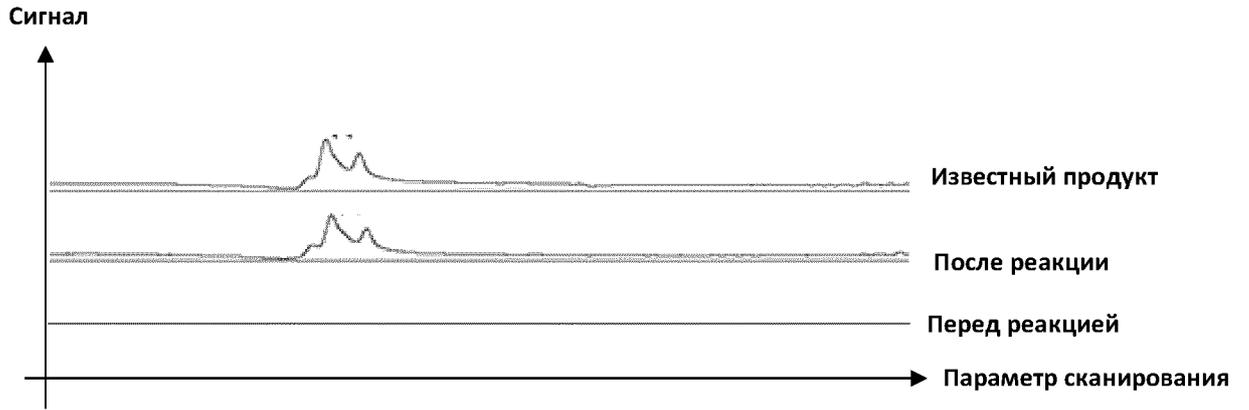
Фигура 68



Фигура 69



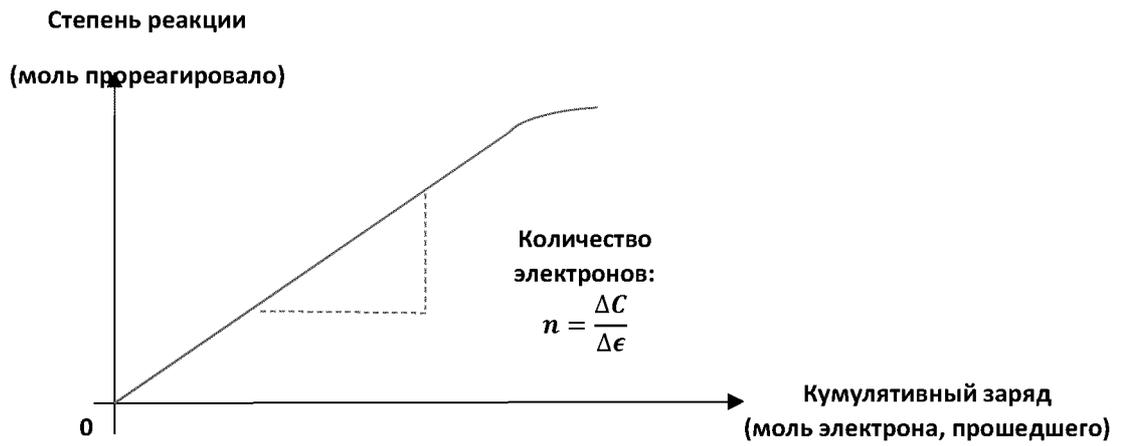
Фигура 70



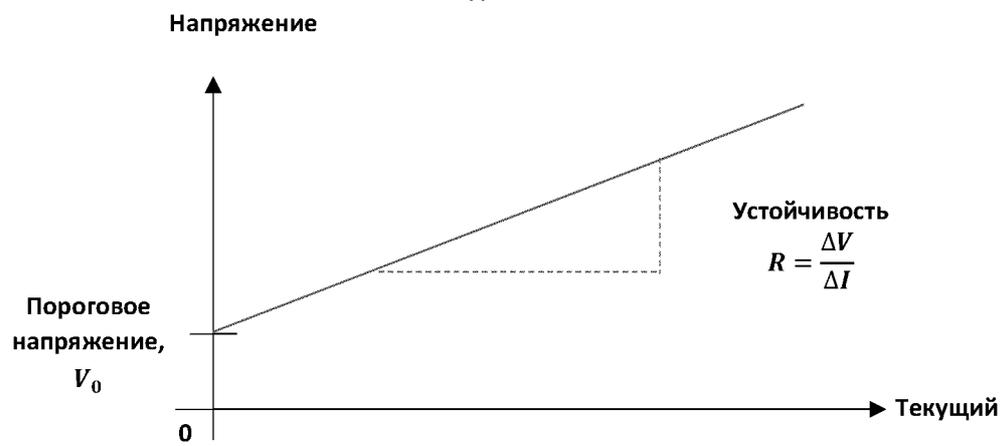
Фигура 71



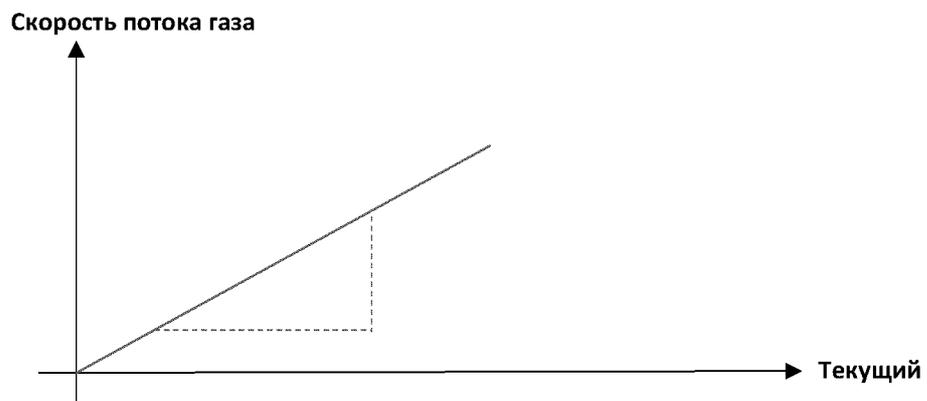
Фигура 72



Фигура 73



Фигура 74



Фигура 75