

ВЫБОР МЕТОДА ПРОИЗВОДСТВА

Задача создания технологических схем производств ООС состоит в разработке комплекса взаимосвязанных процессов, обеспечивающих выработку требуемых продуктов хорошего качества при минимальной себестоимости.

Разработка технологической схемы включает:

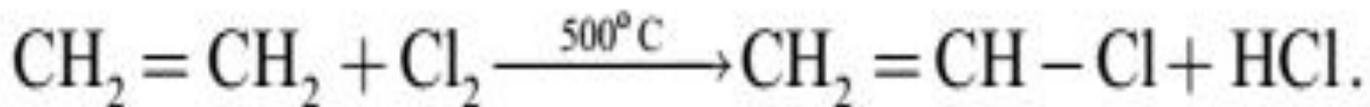
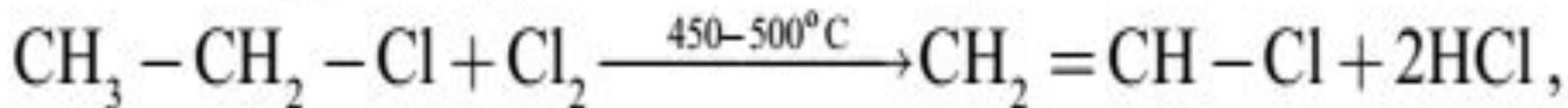
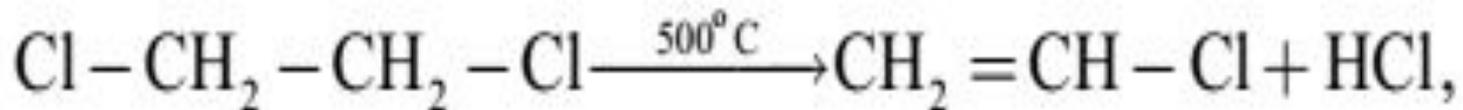
- сравнительный анализ и обоснование выбранного метода производства в соответствии с конкретными условиями;
- определение основных и вспомогательных физико-химических процессов и их последовательности;
- аппаратное оформление технологического процесса;
- решение вопроса о способах приема сырья и выдачи готовой продукции;
- определение путей и методов удаления отходов производства;
- механизацию и автоматизацию всех непрерывных и периодических процессов;
- обеспечение техники безопасности и охраны труда;
- составление перспективных планов расширения производства;
- определение диаметров технологических трубопроводов и выбор труб;
- выбор трубопроводной арматуры.

Разработка проекта начинается со сравнительного анализа данных, полученных от научно-исследовательских организаций, и задания на проектирование. Такое сравнение позволяет выбрать метод получения целевого продукта, наиболее полно отвечающий конкретным условиям задания на проектирование, определить основные экономические показатели химического производства и ориентировочную себестоимость продукции. На этом этапе изучается потребность народного хозяйства в целевом продукте и определяется оптимальная мощность проектируемой установки. Затем рассматриваются особенности различных технологических методов. Выясняется вопрос об источниках сырья, энергетических средствах, возможности использования промежуточных продуктов, путях удаления отходов производства. Методы сравниваются по потребности в кадрах, по возможности автоматизации технологических процессов, по их простоте и безопасности, по степени отработки в лабораторных и производственных условиях.

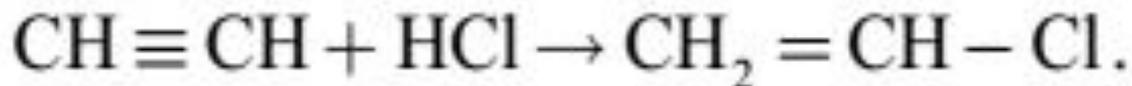
Проведем сравнение методов производства на примере синтеза хлористого винила. Существует несколько методов промышленного производства хлористого винила (ХВ). Первым методом производства ХВ было щелочное дегидрохлорирование 1,2–дихлорэтана водно-спиртовым раствором едкого натра:



Большой расход щелочи, периодичность процесса и получение отходов в виде NaCl, мало пригодных для утилизации, заставили технологов искать более экономичные пути синтеза. Были разработаны методы получения ХВ термическим дегидрохлорированием 1,2–дихлорэтана, совмещенным хлорированием и дегидрохлорированием хлористого этила, прямым хлорированием этилена:

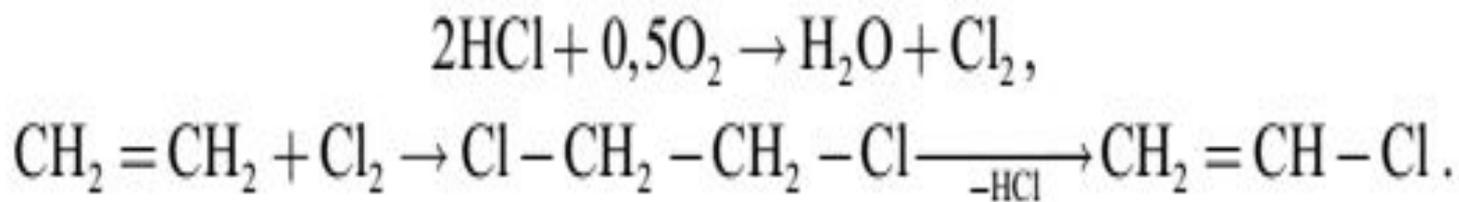


Кроме того, имеется производство ХВ из ацетилена:

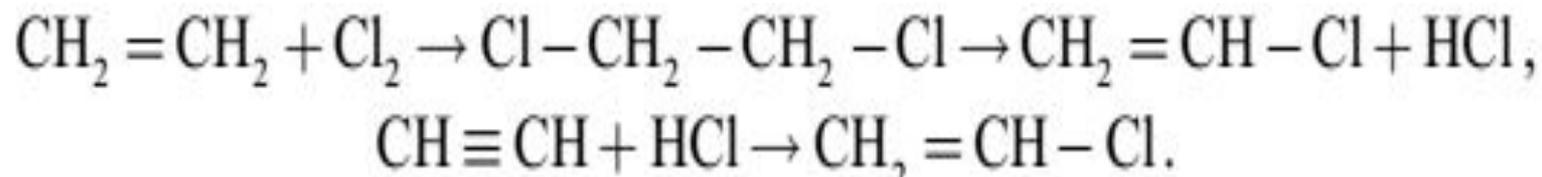


Преимущество последнего метода состоит в уменьшении расхода хлора при высоком выходе ХВ. Однако в качестве исходного вещества используется ацетилен – более дорогой, чем этилен. Процесс протекает в присутствии катализатора, который готовят путем пропитки активированного угля водным раствором сулемы с последующей сушкой. В полученном катализаторе содержится 10 % мас. HgCl_2 .

Ввиду сильной ядовитости сулемы и взрывоопасности ацетилена в данном случае предъявляются жесткие требования в отношении соблюдения правил техники безопасности и охраны труда. В связи с вышеизложенным, получили распространение комбинированные методы, в которых ацетилен полностью или частично заменяют этиленом, а HCl используют для проведения гидрохлорирования (или окислительного хлорирования). Один из таких методов заключается в окислительном хлорировании этилена в дихлорэтан и термическом дегидрохлорировании дихлорэтана:



Другой метод предусматривает комбинирование аддитивного хлорирования этилена с дегидрохлорированием дихлорэтана и гидрохлорированием ацетилена:



Осуществлен также метод, в котором используется газ пиролиза, содержащий ацетилен и этилен и очищенный только от сажи, высших гомологов ацетилена и диоксида углерода. Его подают вначале на гидрохлорирование ацетилена и затем на аддитивное хлорирование этилена в дихлорэтан. Пиролиз дихлорэтана дает ХВ, а выделяющийся HCl применяется на первой стадии реакции. Следовательно, здесь имеется то же сочетание процессов, но исходным сырьем служит более дешевая смесь углеводородных газов.

Ниже приведены сведения о расходе реагентов (в моль на 1 моль) при основных методах получения ХВ.

Расход основных реагентов при синтезе хлористого винила

Метод получения	Расход основных реагентов, $\frac{\text{кмоль}}{\text{кмоль ХВ}}$			
	Этилен	Ацетилен	Хлор	Щелочь
Дегидрохлорирование 1,2-дихлорэтана: щелочное	1,2	–	1,1	1,3
	1,2	–	1,1	–
Гидрохлорирование ацетилена	–	1,1	0,6	–
Комбинированные методы	0,6	0,5	0,6	–

Комбинированные методы являются наиболее экономичными, поэтому их интенсивно разрабатывают и внедряют в промышленность.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Выбрав определенный метод, уточняют количество основных и вспомогательных операций (процессов) и их технологическую последовательность.

Исходными данными для разработки технологической схемы производства являются:

- задание на проектирование;
- материалы предпроектной проработки (предполагаемый район строительства, мощность производства, сведения по технологии действующих производств или аналогов и т.д.);
- общие данные по заводу (температура воздуха, воды и т.п., условия выпуска сточных вод в общезаводскую канализацию, сброса отходящих газов в атмосферу, вывозка отходов и шлаков, особые условия и т.д.);
- рецептурные материалы к проектированию – регламент и все изменения и дополнения к нему, литературные материалы из монографий, учебников, справочников и т.д.;
- уточненные ограничивающие параметры – запрещение использовать в виде промежуточных продуктов в технологической схеме химического производства канцерогенных или мутагенных веществ; выбор мероприятий, позволяющих исключить использование сильнодействующих ядовитых веществ.

После сбора и обработки данных на разработку технологической схемы приступают к составлению операционной технологической схемы, для чего составляется последовательно несколько блок-схем с углубляющейся детализацией, а затем приступают к составлению принципиальной технологической схемы.

Первым этапом при составлении операционных блок-схем является уточнение стадий производства. Технологическая схема обычно включает следующие стадии:

- подготовка сырья;
- проведение химического превращения;
- выделение и очистка целевого продукта;
- создание товарной формы целевого продукта.

На этом этапе на основе данных по кинетике, механизмам и термодинамике основных химических процессов решаются вопросы о создании материальных рециклов непревращенного сырья, вспомогательных веществ и материалов, стадий предварительной обработки удаляемых отходов. Примером блок-схемы (на этом этапе) является схема, изображенная на рис. 1.



Рис. 1. Схема материальных потоков производства 37%-го формалина

Вторым этапом детализации блок-схемы является разбивка каждой стадии процесса на отдельные операции, физические и химические процессы и их обоснование. Это один из важнейших моментов проектирования, определяющий качество всего проекта.

Несмотря на большой ассортимент продукции ООС и многообразие технологических схем, в промышленности используют небольшое количество операций, химических и физических процессов.

- – Прием в цех и выдача из цеха жидких, газообразных и твердых веществ; взвешивание и отмеривание; разбавление и т.д.
- – Процессы массообмена: растворение, различные виды ректификации, экстракция, процессы использования осмоса и т.д.
- – Процессы гидромеханические: отстаивание, центрифугирование, фильтрование и другие.
- – Процессы теплообмена: подогрев, охлаждение.
- – Процессы химические: хлорирование, нитрование, окисление, конденсация и другие, осуществляемые в реакторах разного типа.
- – Процессы механические: измельчение, рассев, перемешивание, транспортирование веществ и другие.

На данном этапе разработки технологической схемы выбирается необходимое количество и последовательность основных и вспомогательных операций и процессов с целью:

- – выпуска готовой продукции в соответствии с требованием ГОСТа или ТУ;
- – проведения стадии химического превращения с максимальной скоростью;
- – обеспечения наиболее рациональной формы состояния сырьевых продуктов для проведения стадий химического превращения при оптимальных условиях;
- – регенерации и рекуперации непрореагировавших основных и вспомогательных веществ;
- – обезвреживания жидких стоков, газовых выбросов и твердых отходов;
- – утилизации тепла и других видов энергии;
- – обеспечения возможностей полной автоматизации и механизации производства.

На этом этапе разработки решаются вопросы о непрерывном или периодическом режиме проведения отдельных операций и процессов с учетом экономической эффективности режима работы.

Прежде чем приступить к определению состава операций и процессов стадии подготовки сырья необходимо уточнить основную задачу, решаемую на этой стадии технологической схемы – какие формы состояния сырья наиболее рациональны для проведения стадии химического превращения в оптимальных условиях.

Изучив ГОСТы или ТУ на сырьевые продукты, технологи выбирают процессы и операции, обеспечивающие перевод сырьевых продуктов в рациональную форму. Чаще всего приходится встречаться с операциями приема жидких, твердых и газообразных продуктов, операциями отмеривания, взвешивания, процессами растворения, перемешивания и другими.

В некоторых случаях на стадии подготовки сырья приходится осуществлять процессы и операции по повышению качества сырьевых продуктов. Это необходимо, когда рецептурные требования процесса к сырью превышают показатели ГОСТов или ТУ, либо когда исходные вещества заправлены ингибиторами и стабилизаторами для хранения и транспортировки в соответствии с ГОСТами или ТУ. Обычно приходится применять процессы дистилляции, ректификации, абсорбции, фильтрации и т.п. Иногда для этой цели применяются химические процессы, например гидроочистка от сернистых соединений, селективное гидрирование с целью удаления следов ацетиленов, разложение перекисей, которые образуются при хранении ряда химических веществ.

При проведении стадии химического превращения приходится иметь дело с явлениями различной физико-химической природы (химические, диффузионные, тепловые и т.п.). Поэтому необходимо провести качественный анализ физикохимической системы, создаваемой на стадии проведения химического превращения.

На основе проведенного анализа можно составить набор операций, обеспечивающих стадии химического превращения, и определить их локализацию. Выбирая определенную операцию или их набор, надо точно уяснить достигаемую цель. Необходимо иметь представление, как осуществляется данная операция. Например, целью перемешивания могут являться:

- – ускорение течения химической реакции;
- – обеспечение равномерного распределения твердых частиц в объеме жидкости или обеспечение равномерного распределения и дробления до заданной дисперсности газа или жидкости в объеме жидкости;
- – интенсификация нагревания или охлаждения.

Перемешивание может осуществляться как в реакторах, так и в специальных смесителях, а также в трубопроводах. Перемешивание может осуществляться при использовании механических мешалок с вращательным движением.

При составлении операционной схемы стадии выделения целевого продукта решаются следующие задачи:

- – выпуск готовой продукции в соответствии с требованиями ГОСТа или ТУ;
- – максимально возможная утилизация побочных продуктов;
- – выделение и регенерация непрореагировавшего вещества, вспомогательных продуктов.

Обычно эти задачи решаются за счет использования процессов ректификации, дистилляции, переосаждения и других. Критерием для выбора процессов и их комбинаций является удовлетворение требований ГОСТов и экономическая эффективность.

Операционная схема производства химических соединений должна решать и вопросы удаления отходов производства. В зависимости от конкретных условий могут предусматриваться как общезаводские установки по переработке отходов, так и прицеховые. Газовые отходы перед выбросом в атмосферу могут очищаться в скрубберах, электрофилтрах или подаваться на факел, к печам сжигания. Органические отходы собирают в специальные сборники и откачивают на установки сжигания или обезвреживания

Разработка данного этапа технологической схемы заканчивается составлением графической операционной схемы производства

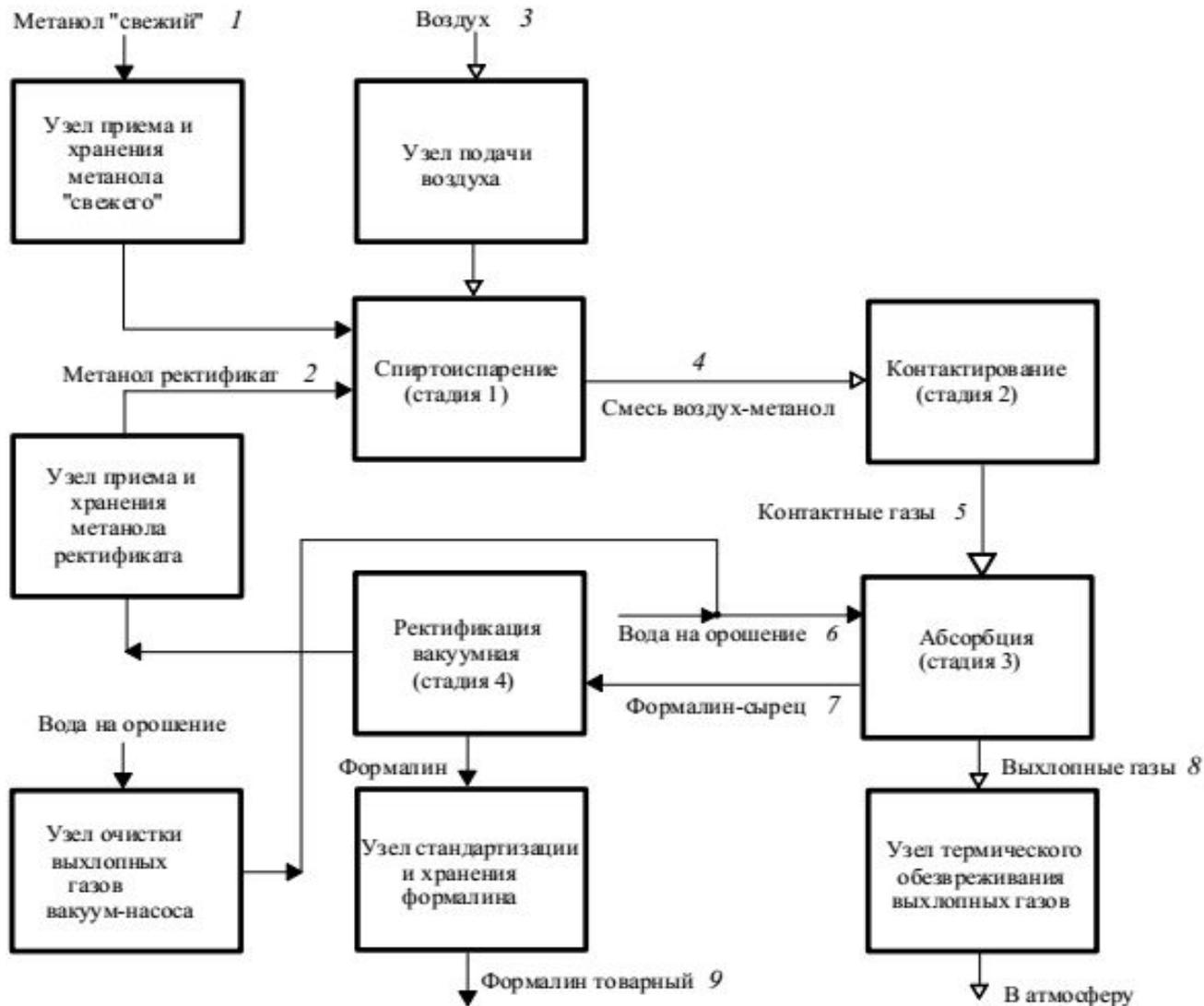


Рис. 2. Операционная схема производства формалина

ОФОРМЛЕНИЕ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

После составления операционной технологической схемы приступают к составлению принципиальной технологической схемы. Она является аппаратным оформлением операционной схемы и состоит из ряда технологических узлов. Технологическим узлом называют аппарат или группу аппаратов с обвязочными трубопроводами и арматурой, в которых начинается и полностью заканчивается один из физических (химических) процессов, необходимых для получения целевого продукта. Технологическую схему можно рассматривать как некоторую совокупность технологических узлов. К таким узлам относятся: узлы транспортирования жидкости с помощью насосов, приготовления растворов; обвязка вакуум-насосов; узлы ректификационных колонн; обвязка теплообменной аппаратуры.

Следует заметить, что состав узлов и их структура незначительно меняется от схемы к схеме. Первичные сведения по составу и их структуре можно получить из монографий, отраслевых научно-технических журналов, патентов, альбомов, схем, материалов обследования действующих производств.

На рис. 3 приведена обвязка реактора периодического действия.

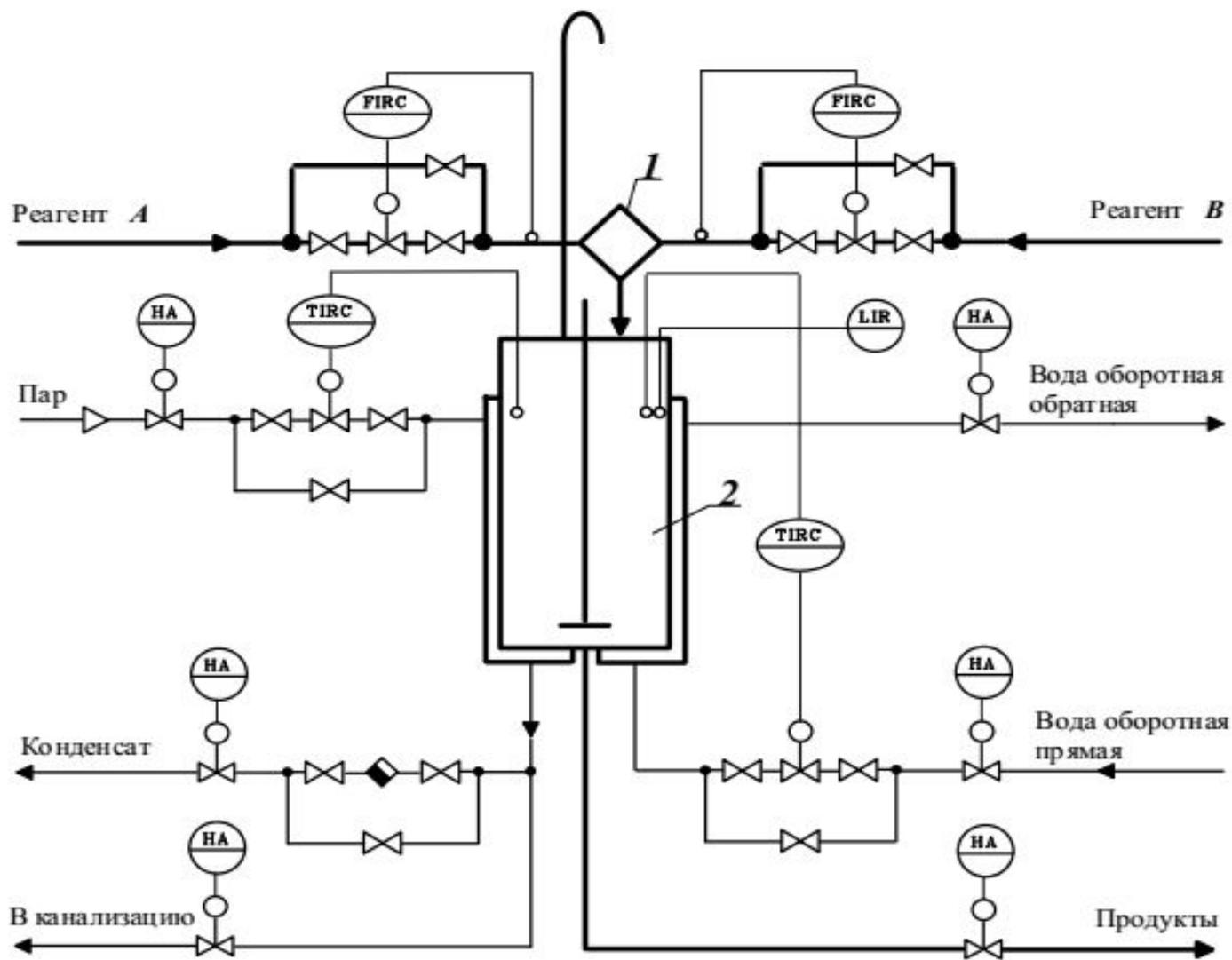


Рис. 3. Обвязка реактора периодического действия:
1 – смеситель; 2 – реактор

На схеме должно быть отражено относительное расположение аппаратов по вертикали, так как только в этом случае будут отражены выбранные методы транспортировки (самотек, перекачивание, транспортировка насосом и т.д.). Аппараты на схеме нумеруются слева направо в порядке их расположения, начиная с цифры 1, чтобы облегчить чтение схемы и работу с ней. Для лучшей наглядности нумерацию аппаратов можно проводить, используя принцип подобия. Например, нумерацию колонных аппаратов проводить позициями, начинающимися с буквы К – К1, К2 и т.д., теплообменной аппаратуры – позициями, начинающимися с буквы Т – Т1, Т2 и т.

При составлении технологической схемы необходимо указать места установки предохранительных клапанов, огнепреградителей, аварийных емкостей и линий для быстрого дренирования аппаратов и емкостей.

Технологическая схема снабжается спецификацией оборудования, содержащей следующие данные:

- – номер аппарата на схеме и его наименование;
- – основная характеристика аппарата (объем, поверхность, размеры и т. д.);
- – количество одинаковых аппаратов;
- – основной материал для изготовления данного аппарата;
- – номер чертежа.

В процессе проектирования в схему могут вноситься изменения и добавления. Технологическая схема не может являться окончательной, пока не проведена компоновка оборудования. Окончательная схема производства составляется после разработки всех разделов проекта и с требованиями ГОСТов.

После этого составляется описание технологической схемы, и она снабжается спецификацией. При описании схемы в начале следует указать, какое сырье подается в цех, как оно поступает, где и как хранится в цехе, какой первичной обработке подвергается, как дозируется и загружается в аппараты. При описании собственно технологических операций кратко сообщается о конструкции аппарата, способа его загрузки и выгрузки, указываются характеристики протекающего процесса и способ проведения (периодический или непрерывный), перечисляются основные параметры процесса (температура, давление), методы контроля, отходы производства и побочные продукты. В дальнейшем анализируются надежность технологической схемы и указываются способы, применяемые для повышения устойчивости разработанной технологической схемы.