

ВЛИЯНИЯ ГРУППИРОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БЛОКА УСТАНОВКИ НПЗ НА ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ВЗРЫВООПАСНОСТИ

Манайчева В.А., Хуснияров М.Х.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Одним из путей снижения взрывоопасности установок нефтепереработки является разбиение оборудования по технологическим блокам. Но в настоящее время отсутствуют рекомендации по группировке оборудования по технологическим блокам. В данной статье рассмотрено изменение относительного энергетического потенциала взрывоопасности в зависимости от группировки оборудования.

Современное предприятие нефтепереработки и нефтехимии представляет собой сложный комплекс, состоящий из технологических установок, предназначенных для выполнения конкретных технологических операций. На них перерабатывается углеводородное сырье различных видов и производится большое количество товарных нефтепродуктов.

В качестве сырья, продуктов и полуфабрикатов установок нефтепереработки выступают смеси углеводородов, которые обладают взрывопожароопасными свойствами. Взрывоопасность установок нефтепереработки определяется не только физико-химическими свойствами углеводородов и их смесей, но также параметрами технологического процесса.

Одним из основных путей обеспечения взрывобезопасности установок нефтепереработки и снижения параметров аварийного воздействия на соседние объекты является деление всего оборудования установки на технологически блоки по взрывоопасности. Следует отметить, что не всегда границы технологических блоков совпадают с границами блоков, на которые разбита технологическая схема при оценке риска или расчете энергетических характеристик. Это связано с тем, что при разработке процесса под понятием “технологический блок” понимается группа аппаратов и машин, которые осуществляют какую-либо определенную стадию всего технологического процесса. Под технологическим блоком с точки зрения безопасности понимается аппарат или группа (с минимальным числом) аппаратов, которые в заданное время могут быть отключены (изолированы) от технологической системы

(выделены из технологической схемы) без опасных изменений режима, приводящих к развитию аварии в смежной аппаратуре или системе.

Для анализа опасностей сложных технологических схем, выявления характерных источников аварий проводят разбивку на технологические блоки, в которых можно определить характерные опасности входящих в их состав аппаратов и протекающих в них процессов. В идеальном случае такое разбиение должно быть по каждому аппарату, участку трубопровода и т.д., однако в большинстве случаев в технологических системах со сложными материальными и энергетическими связями такое разбиение невозможно.

Основной целью разбиения на блоки является ограничение массы выбросов горючих и токсичных веществ в атмосферу при аварийном нарушении герметичности и других аварийных ситуациях на других блоках. Условием разбиения на блоки является исключение распространения опасности на взаимосвязанные технологические блоки, аппараты и системы. Иными словами, аварийное отключение каждого блока не должно быть причиной опасных нарушений в смежных блоках и развития аварии.

К сожалению, в настоящее время нет четких рекомендаций и правил, в соответствии с которыми специалисты, работающие в этой отрасли, могли бы осуществлять группировку оборудования на технологические блоки по взрывоопасности. Каждый специалист осуществляет эту группировку в соответствии со своими знаниями и опытом.

Одним из таких примеров является разбиение технологических схем установок первичной переработки нефти АВТ-2 и АВТ-6 на блоки. Несмотря на различие в производительности и размерах отдельных аппаратов, технологическая схема одна и та же. В то же время установка АВТ-6 разбита на 17 технологических блоков по взрывоопасности, а установка АВТ-2 на 4. На установке первичной переработки нефти АВТ-6 сырьевые теплообменники, электродегидраторы, теплообменники охлаждения фракций выделены в отдельные блоки по взрывоопасности. На установке первичной переработки нефти АВТ-2 сырьевые теплообменники и электродегидраторы объединены в один блок. При этом нет четкого обоснования подобным вариантам группировки оборудования по блокам.

Следующим примером является деление на блоки технологических схем установок гидроочистки дизельного топлива Л-24-5 и Л-24-7, которые имеют два независимых друг от друга технологических потока и 10 (8) технологических блоков. Причем в первый блок объединены емкости Е-1 и Е-2 (Е-5 и Е-6) не связанные между собой никакими технологическими потоками, т.е. при разгерметизации одного аппарата технологическая среда из другого не поступит в аварийный. Объединение этих аппаратов в один блок противоречит понятию «технологический блок» и является неверным.

Подобных примеров достаточно много, что свидетельствует о том, что единые подходы и правила по делению технологических схем на блоки в настоящее время отсутствуют. Неправильное деление технологических схем на блоки может привести к искажению истинной опасности конкретного блока и, в случае возникновения аварийной ситуации, к взрыву, разрушению оборудования и гибели персонала.

Для разработки правил группировки технологических блоков проведен анализ технологических схем нефтепереработки, который показал, что большое количество процессов нефтепереработки на существующих установках осуществляется по следующим «типовым» схемам:

1 тип. Процессы ректификации и разделения (физические процессы). К основному аппарату такой схемы можно отнести ректификационные колонны (в них сосредоточено до 70 % опасного вещества, находящегося в блоке), абсорберы, десорберы. Нормальная работа ректификационных колонн и требуемое качество продуктов перегонки обеспечивается путем регулирования теплового режима (рис. 1). Для нагрева сырья до оптимальной температуры используются печи и теплообменники. Для отвода тепла в концентрационной части колонны используются теплообменники, аппараты воздушного охлаждения, холодильники. Наличие емкости позволяет подавать острое холодное орошение непрерывно. Подвод тепла в отгонной секции колонн осуществляется печью или ребойлером. Сложная колонна атмосферной перегонки нефти обычно имеет сверху острое холодное орошение и затем по высоте несколько промежуточных циркуляционных секций. Жидкость забирается с тарелки и, охлаждаясь,

поступает вновь в колонну. Совокупность всех этих аппаратов осуществляет один процесс, поэтому разделять их в разные технологические блоки не целесообразно.

Процесс абсорбции является обратимым и сочетание абсорбции с десорбцией позволяет многократно применять поглотитель и выделять из него поглощенный компонент. Для протекания процесса абсорбции требуется снятие тепла, а при десорбции его подвод. Поэтому, абсорберы, десорберы и теплообменное оборудование, обеспечивающее нормальное протекание процессов, необходимо выделять в один блок.

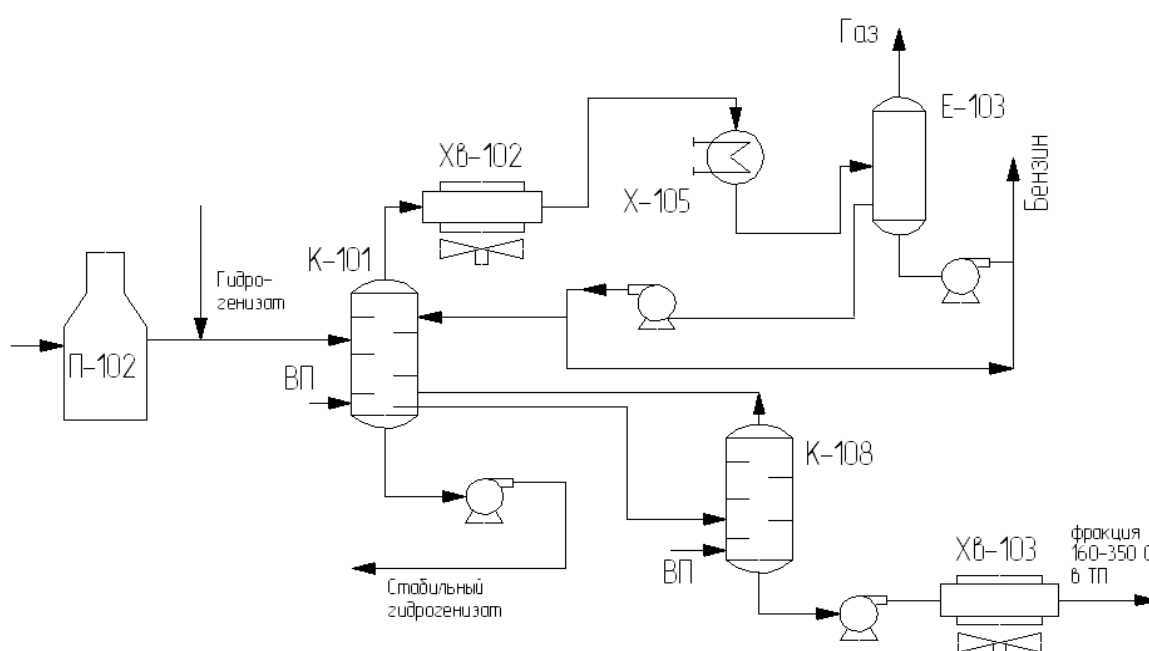


Рисунок 1. Фрагмент технологической схемы установки каталитического крекинга

2 тип. Реакционные процессы. В данном случае основным аппаратом блока является реактор, в котором осуществляются химические процессы. Здесь можно выделить следующие реакционные процессы, используемые в нефтепереработке:

- реактора риформинга, изориформинга, гидроочистки (рис. 2). Эти реактора характеризуются небольшими объемами. Реакции протекают в среде водорода при высоких температурах и давлении. Реакционная смесь нагревается последовательно в теплообменниках и печи и поступает в реактор. Смесь проходит несколько реакционных секции, и в некоторых случаях подогревается

дополнительно. После реактора смесь охлаждается и отправляется на дальнейшую переработку. Так как нагревательная печь является в этих процессах «частью реактора» и предназначена для поддержания необходимого температурного режима и длина трубопровода, связывающая реактор и печь незначительна, то целесообразно объединять печь и реактор в один блок.

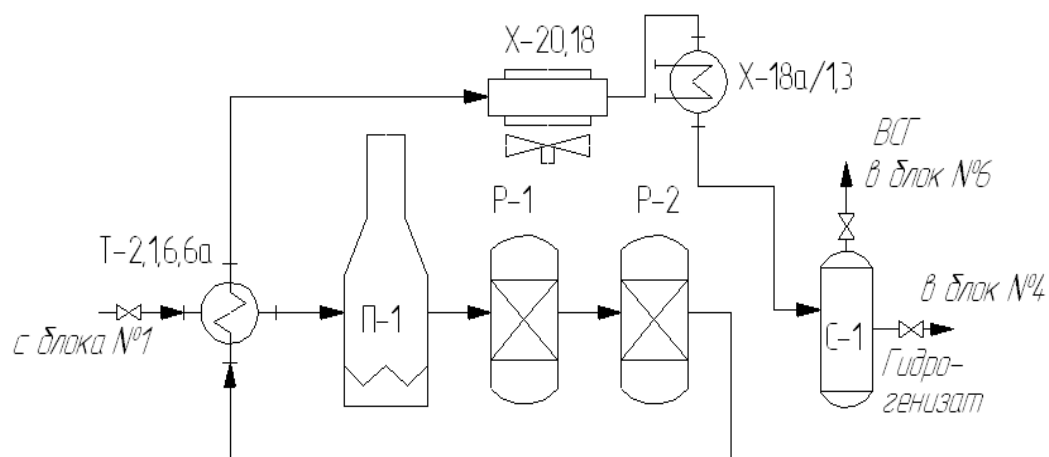


Рисунок 2. Фрагмент технологической схемы установки гидроочистки дизельного топлива

- реактор риформинга с движущимся слоем платинового катализатора, в отличие от риформинга в неподвижном слое катализатора, имеет четыре реактора расположенные друг над другом и связанные между собой системами переточных труб малого диаметра. Из реактора четвертой ступени катализатор подается в бункер закоксованного катализатора узла регенерации. В данном случае, как и выше, реактор и печь целесообразно объединить в один блок, регенератор также отнести к этому блоку.

- реактор висбрекинга отличается от вышеприведенных объемом и параметрами проведения процесса (температура 440-500 °С, давление 1,4-3,5 МПа.). В зависимости от объема камеры реактора печь может быть отделена в отдельный технологический блок.

- реакционная камера термического крекинга. Потoki тяжелого и легкого сырья с ректификационной колонны нагреваются в двух печах крекинга и далее поступают в выносную реакционную камеру. Так как сырье выводится из колонны и нагревается в печах и поступает в реакционную камеру отдельными

потоками, не смешиваясь, то целесообразно печи и реактор выделять в качестве отдельных блоков.

- реакционные камеры замедленного коксования. Как и реактора висбрекинга характеризуются большим объемом. На установке замедленного коксования имеются четыре камеры, работающие попарно. Сырье нагревается до 490-510 °С и поступает в две работающие камеры; две другие находятся в цикле подготовки. Когда камера заполнится на 70-80 % по высоте, поток сырья переводят в другую камеру. Так как печи и реактора не связаны между собой одним общим потоком, то каждый аппарат необходимо представить в виде отдельного блока.

- реактор каталитического крекинга в псевдооживленном слое с непрерывной регенерацией. Сырье после подогрева в теплообменниках и печи смешивается с рециркулятом и вводится в узел смешения прямоточного лифт-реактора, где подвергается катализу и далее поступает в зону форсированного кипящего слоя реактора. Продукты реакции отделяются от катализаторной пыли и поступают в ректификационную колонну. Закоксованный катализатор из отпарной зоны реактора по наклонному катализаторопроводу поступает в зону кипящего слоя регенератора. Следовательно, реактор, регенератор разделять в разные технологические блоки не имеет смысла.

- реактор алкилирования. В отличие от вышеперечисленных сырье перед поступлением в реактор охлаждается в холодильниках и равными порциями вводится параллельно в пять зон реактора. Следовательно, холодильник, целесообразно объединять в один блок с реактором.

3 тип. Оборудование для хранения. (Товарные и резервуарные парки.)

Этот тип технологических объектов является достаточно важным, так как в них концентрируется большое количество жидких и газообразных углеводородов. Особенностью является то, что температура технологических сред близки к температуре окружающей среды. Углеводородные жидкости, находящиеся в резервуарах и емкостях и имеющие температуру кипения выше температуры окружающей среды, не относятся к перегретым жидкостям, и при разгерметизации интенсивность образования взрывоопасных паров будет низка. Следует отметить, что склады сжиженных газов (пропан, бутан и т.д.) обладают

повышенной опасностью, так как они находятся в сжиженном состоянии, т.е. в состоянии перегрева. Таким образом, емкости со сжиженными углеводородными газами следует рассматривать в качестве отдельных блоков.

Как было отмечено выше, величина общего и относительного потенциала взрывоопасности во многом определяется составом технологического блока. От правильного разделения оборудования на блоки во многом зависит количество вещества, которое способно участвовать в аварийной ситуации, а соответственно и возможные последствия этой аварийной ситуации.

Для оценки влияния группировки оборудования в технологическом блоке проведена серия расчетов общего энергетического и относительного потенциала. При этом расчет производился для типовых блоков. Было рассмотрено несколько вариантов группировки оборудования на блоки: от выделения каждого аппарата в отдельный блок, до объединения всех аппаратов в один блок. На рис. 3 показано изменение относительного энергетического потенциала для блока отбензинивания №2 установки первичной переработки нефти АВТ-2.

Аналогично были проведены исследования по влиянию группировки оборудования технологических блоков 1-го и 2-го типов на относительный энергетический потенциал.

Таким образом, на основе анализа процессов и оборудования установок нефтепереработки, а так же с учетом вышеприведенных расчетов по влиянию группировки оборудования по технологическим блокам можно сделать следующие рекомендации по разбивке на блоки:

1. Разбиение на блоки осуществляется с целью уменьшения количества вещества способного участвовать во взрыве или пожаре при разгерметизации оборудования.

2. Границы блоков определяются с учетом особенности технологического процесса с выделением в отдельные блоки наиболее “опасного” оборудования, где существует возможность протекания неконтролируемых химических реакций, образование взрывоопасных смесей в оборудовании и т.д.

3. Границы блоков определяются с учетом границ технологических стадий процесса и распределении веществ в оборудовании, т.е. граница технологической стадии является границей блока.

4. Включение в состав блока с «основным» аппаратом колонной ректификации «вспомогательных» аппаратов – холодильников, теплообменников, емкостей не оказывают значительного влияния на величину относительного энергетического потенциала.

5. Включение в состав блока с «основным» аппаратом аппаратов с меньшим энергетическим потенциалом (стриппинг-секций) не оказывают значительного влияния на величину относительного энергетического потенциала.

6. Группы теплообменников группируются вместе, так как они представляют собой практически трубопровод, и нет смысла их разделять между собой. Необходимо разделять трубное и межтрубное пространство, так как потоки, проходящие по трубному и межтрубному пространству, отделены между собой перегородкой, что исключает их смешивание.

7. Печи с относительным энергетическим потенциалом более 37 выделить в отдельный блок, так как при объединении со смежным оборудованием (колонной ректификации) относительный энергетический потенциал возрастает более чем на 15%. При относительном энергетическом потенциале менее 10 и энергопотенциале основного аппарата более 37 присоединяется к основному аппарату, так как в данном случае печь не оказывает существенного влияния на величину относительного энергетического потенциала основного аппарата.

8. Реактора гидроочистки и риформинга технологически не целесообразно выделять в разные блоки с печью. Их объединение в один блок не приводит к значительному возрастанию относительного энергетического потенциала.

9. Сепараторы высокого давления в процессах риформинга и гидроочистки следует выделять в отдельный блок от блока реакторов, так как процессы протекающие в реакторах и сепараторах отличаются друг от друга и сами сепараторы имеют высокий относительный энергетический потенциал (30-35).

10. В качестве границ блоков можно принимать насосы и компрессора, так как их обвязка позволяет отключить аварийные блоки, как до насосных станций, так и после них. Это также позволит исключить возможность поступления среды из смежного блока в аварийный при аварийной разгерметизации.

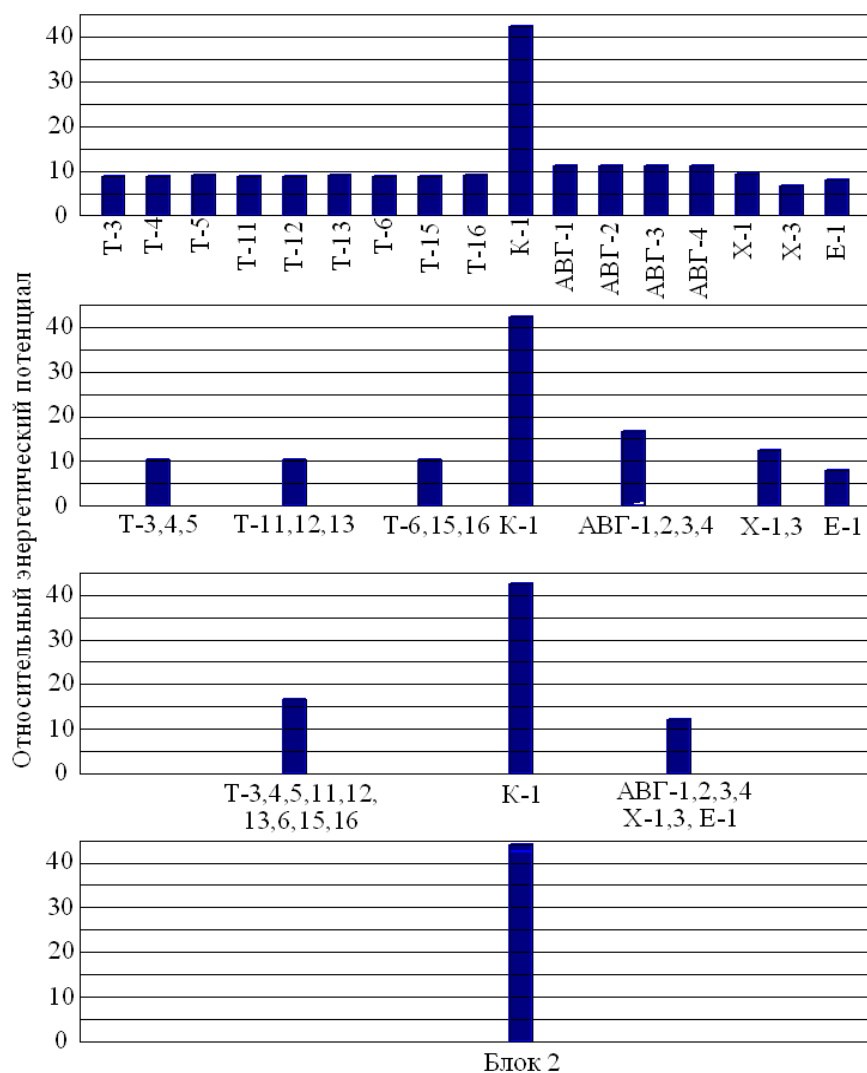


Рисунок 3. Изменение относительного энергетического потенциала в зависимости от группировки оборудования блока отбензинивания №2 установки АВТ-2

Литература

1. Кириллова Е.Б, Попков В.Ф., Хуснияров М.Х. Оценка последствий не объектах нефтепереработки, нефтехимии и химии: Уч. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – 61 с.
2. ПБ 09-540-03. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
3. Хуснияров М.Х., Попков В.Ф., Руднев Н.А. Взрывоопасность установок нефтепереработки. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2002. 124 с.