

Автоматизированная система управления процессом удаления вредных примесей из технологического газа при производстве сероуглерода

Automated process control system for removal of harmful impurities from the process gas in the production of carbon disulfide

Филатов В.А.

Студент Волжского политехнического института филиал Волгоградского государственного университета

Filatov V.A.

Student of Volzhsky Polytechnic Institute branch of Volgograd State University

Трушников М.А.

Старший преподаватель Волжского политехнического института филиал Волгоградского государственного университета

Trushnikov M. A.

Senior lecturer, Volzhsky Polytechnic Institute, Volgograd State University branch.

Аннотация

В статье описана автоматизация процесса удаления вредных примесей из технологического газа производства сероуглерода.

Предлагается актуальная на сегодняшний день система управления технологическим действием, обеспечивающая гибкость, многофункциональность управления технологическим процессом, максимальную безопасность, и значительный уровень безопасности труда. Плюсами предлагаемой АСУ считаются приобретаемый экономический результат, повышение информативности о состоянии процесса, уменьшение трудозатрат в спецобслуживание, большие межремонтные интервалы. Использование новых средств управления и внедрения их в уже имеющиеся позволяет существенно повысить производительность, снизить затраты на производство, уменьшает время простоев, повышает информированность персонала, существенно повышает безопасность производства, а также позволяет сократить или контролировать степень загрязнения окружающей среды.

Система построена по модульному принципу, допускающему модернизацию и изменение системы при изменении технологического режима.

Применение предложенной системы автоматизации значительно увеличивает корректность и качество исполнения технологических мероприятий, таким образом, делает лучше качество готового продукта. Достоинствами считаются подходящая система с целью сигнальных модулей с наилучшей возможностью коммуникации и организации в сеть, комфортное введение систем интерфейса с оператором, а параметры для абсолютно всех модулей настраиваются через программное обеспечение.

Ключевые слова: сероуглерод, абсорбция, десорбция, колонна.

Abstract

The article describes the automation of the process of removing harmful impurities from the process gas of carbon disulfide production.

The current system of control of technological action, providing flexibility, multifunctionality of control of technological process, the maximum safety, and a significant level of safety in work is offered. The advantages of the proposed ACS are considered to be the acquired economic result, increasing information about the state of the process, reducing labor costs in special service, large overhaul intervals. The use of new management tools and their implementation in the existing ones can significantly increase productivity, reduce production costs, reduce downtime, increase staff awareness, significantly increase production safety, and reduce or control the degree of environmental pollution.

The system is built on a modular principle, allowing the modernization and change of the system when changing the process mode.

The application of the proposed automation system significantly increases the correctness and quality of technological measures, thus making the quality of the finished product better. The advantages are considered to be a suitable system for the purpose of signal modules with the best possibility of communication and organization in the network, comfortable introduction of interface systems with the operator, and the parameters for absolutely all modules are configured through the software.

Key words: carbon disulfide, absorption, desorption, column.

Введение. С интенсивным развитием технологий развиваются потребности человечества в новых видах сырья и увеличении объема производства уже имеющегося.

Существующие технологические процессы подвергаются существенной модернизации или заменяются новыми с учетом современных технологий. Внедрение современных методов и средств производства позволяет повысить производительность, сократить экономические издержки, а также повысить безопасность производственного процесса. Зачастую ручное управление при таких методах и средствах невозможно или нецелесообразно.

Эффективными современными средствами контроля и управления производственными процессами являются средства, основанные на вычислительной технике. Эти средства получили название автоматизированных систем управления технологическим процессом или АСУТП. Благодаря этим средствам и методам появляются новые возможности управления и наблюдения за технологическим процессом с разной степенью освобождения человека от управления.

В задачи разработки современных систем автоматического управления входит разработка средств на основании требований и свойств управления объектами и требований к системам безопасности.

Использование новых средств управления и внедрения их в уже имеющиеся позволяет существенно повысить производительность, снизить затраты на производство, уменьшает время простоев, повышает информированность персонала, существенно повышает безопасность производства, а также позволяет сократить или контролировать степень загрязнения окружающей среды.

Одной из таких является автоматизированная система управления технологическим процессом удаления вредных примесей из технологического газа при производстве сероуглерода.

Цель работы: изучить технологический процесс удаления вредных примесей из технологического газа при производстве сероуглерода и разработать АСУ.

Материалы и методы исследования: сероуглерод CS_2 – это соединение серы с углеродом. Сероуглерод выглядит как бесцветная жидкость со специфическим запахом. Технический продукт, полученный сульфидированием угля, имеет неприятный резкий запах. Молекулы CS_2 линейны, длина связи $C-S = 0,15529$ нм; энергия диссоциации 1149 кДж/моль.

Сероуглерод огнеопасен, токсичен, обладает наиболее обширным спектром концентрационных границ взрываемости.

Точно как двуокись углерода, CS_2 считается кислотным ангидридом и при взаимодействии с отдельными сульфидами способен формировать соли тиоугольной кислоты (H_2CS_3). При

взаимодействии с щелочами возникают соли дитиоугольной кислоты и продукты их диспропорционирования.

Однако сероуглерод, в отличие от диоксида углерода, показывает значительную реакционную способность по касательству к нуклеофилам и проще восстанавливается.

Так, сероуглерод способен реагировать с С-нуклеофилами, его связь с активированными метиларилкетонами проходит с образованием бистиолятоварилвинилкетонов, каковые имеют все шансы являться проалкилированы вплоть до бисалкилтиоарилвинилкетонов.

Сероуглерод хорошо растворяет жиры, масла, смолы, полимеры, применяют как экстрагент; растворяет серу, фосфор, йод, нитрат серебра.

Большая доля (80%) изготавливаемого сероуглерода распространяется в изготовление вискозы – сырья в изготовлении вискозного волокна («синтетического шелка»). Его используют с целью извлечения разных химических элементов (ксантогенатов, четырёххлористого углерода, роданидов).

Сероуглерод опасен. Летальная порция при поступлении внутрь является 3188 мг/кг. Высокотоксичная концентрация в воздухе – больше 10 мг/л. Проявляет местное раздражающее, резорбтивное воздействие. Обладает психотропными, нейротоксическими качествами, какие объединены с его газонаркотическим влиянием на центральную нервную систему.

При отравлении появляются головная боль, головокружение, судороги, потеря сознания. Бессознательное состояние способно чередоваться с психологическим и моторной возбужденностью. Могут отслеживаться рецидивы конвульсий с утратой сознания, подавление дыхания. При приёме внутрь наступают рвота, тошнота, недомогания в животе. При контакте с кожей прослеживаются гиперемия и химические ожоги.

Требования к хранилищам сероуглерода

Склады сероуглерода обязаны располагаться в отдельно стоящих постройках, принадлежащих к категории А пожарной опасности, с соблюдением разрывов с абсолютно всех строений и сооружений завода, предусмотренных нормами.

Для хранения сероуглерода могут устраиваться наземные, подземные и полуподземные хранилища.

При размещении под землей баки обязаны размещаться таким образом, для того чтобы возможно было осуществлять их внешний осмотр. Хранилища обязаны разделяться в единичные отсеки, каждый из которых рассчитывается для сохранения никак не больше 100 т сероуглерода. При крупных масштабах изготовления склады сероуглерода-сырца и ректификата делаются отдельными. Дистанция между баками в рабочих ходах должна быть никак не меньше 0,7 м, а в нерабочих проходах – никак не меньше 0,4 м.

Склады сероуглерода-сырца и ректификата состоят из отсеков с целью размещения баков, отделы отстойников канализационных вод, отделы управления запорной арматурой и в некоторых случаях специального помещения с целью отгонки сероуглерода с шлама.

Складские здания допускаются кирпичные либо железобетонные с легкой несгораемой крышей. Все без исключения здания поделены между собой и имеют раздельные внешние входные двери. Оба склада оборудуются камерами приточной и дымовытяжной вентиляции, которая обязана гарантировать содержание вредоносных элементов в атмосфере в границах нормы, а в зимнее время сохранять температуру 4–6° С. В летний период низкая температура в комнатах удерживается из-за результата подземного размещения баков и маленьких габаритов оконных проемов.

Емкости с целью сохранения сероуглерода

Сероуглерод держат под слоем воды в горизонтальных цилиндрических баках (цистернах) объемом 50–100 м³ каждый. Данный метод сохранения на сегодняшний день приобрел вездесущее распространение как более легкий и надежный и вытеснил раньше применявшееся хранение сероуглерода под инертным газом.

Баки обязаны отвечать условиям «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» и приниматься инспекцией Ростехнадзора, так как регулярно

функционируют под давлением вплоть до 3 ат, а в случае если из них жидкость подается напрямую в дозирующие приборы химического корпуса, в таком случае вплоть до 5 ат. Баки производятся сварными с бойлерного железа толщиной никак не меньше 10 мм. Свойство сплава и сварные швы обязаны соответствовать условиям инспекции Ростехнадзора.

По трубе, идущей вплоть до низа резервуара, сероуглерод поступает в бак, вытесняя с него воду в канализацию либо в емкость с целью циркуляционной воды. По данной же трубе сероуглерод выгоняется, в случае если в резервуар запустить воду под давлением. Через гидрокран промеряется уровень сероуглерода. Для этого вплоть до дна бака спускают раскладную либо прямую рейку с делениями, обмазанную краской либо мазутом, которые растворяются в сероуглероде в степени области его с водой. Достоверность замера находится в зависимости от точности геометральной фигуры резервуара и правильности расчета цены каждого деления при его калибровке. В сырцевых баках с течением времени скапливается осадок, то, что необходимо принимать во внимание при замерах. Непосредственное определение степени сероуглерода посредством гидрокран приводит к повышению загазованности пакгаузных комнат, по этой причине убедительно необходимо скорое создание достоверных и конкретных уровнемеров.

Наверху бака располагается отверстие с целью осмотра состояния внутренних стен. В нижней части есть спускной патрубок с задвижкой диаметром никак не меньше 100 мм, посредством которой удаляется осадок. При монтаже баков в фундаменте учитывается незначительный наклон в сторону спускового отверстия.

Для процесса абсорбции начальной значимостью обладает подбор должного поглотителя – абсорбента. Абсорбент обязан по возможности избирательно впитывать высшие углеводороды, никак не создавая с ними химических взаимосвязей. Он обязан обладать небольшой летучестью и никак не видоизменяться при нагревании вплоть до 160°C. Вязкость должна оставаться невысокой и никак не должен растворяться в воде. Абсорбция газообразных элементов жидкими абсорбентами улучшается с повышением давления и снижением температуры процесса [1]. По этой причине газ, идущий в абсорбцию, подвергается компримированию до 0,9–1,2 МПа, а температура процесса никак не должна быть выше 40 °С. Десорбция растворенных элементов проходит тем правильнее, чем ниже давление и больше температура процесса. По этой причине десорбцию ведут при давлении 0,2 – 2,5 МПа и температуре $t = 150$ °С. В качестве абсорбента применяется специально предназначенный керосин – растворитель [2]. Природный газ под давлением 0,9–1,2 МПа поступает в нижнюю часть абсорбционной колонны 1, наполненной кольцами Рашига. Давление газа на входе в колонну контролируется прибором 2 а[3], температура газа на входе в колонну контролируется термопарой 1а [4], расход газа на входе в колонну контролируется прибором 3а [5]. В верхнюю часть колонны из емкости 7 противотоком подается абсорбент. Соотношение абсорбент / газ поддерживается в пределах 9–12 масс.ч. абсорбента на 1 масс. ч. газа. Число подаваемого абсорбента регулируется регулятором подачи масла 6а [5] с мониторов в зависимости от требуемой производительности установки, а также объема и состава газа, подходящего в очистку в границах 3200–22 000 кг/ч. Потребление газа во входе в колонну контролируется устройством 3б [11] [12] в границах 320–2800 кг/ч.

Абсорбент, проходя через насадку и контактируя с природным газом, улавливает высшие углеводороды, насыщается (С3–С6) и стекает в куб колонны, где он собирается. Уровень в колонне контролируется и регулируется регулятором уровня 4а [6] в пределах 40–60% высоты кубовой части колонны 1. Регулирующий клапан расположен на линии слива абсорбента из колонны 1. Температура насыщенного углеводородами абсорбента на выходе из куба колонны 1 контролируется термопарой 8а [4]. Перемещение керосина с колонны 1 для десорбции выполняется за счет разницы давлений среди абсорбционной колонны 1 и десорбционной колонны 4.

Процесс десорбции совершается при большой температуре, по этой причине насыщенный абсорбент, поступающий в десорбцию, сперва подогревается в горизонтальном трубчатом теплообменнике 6 теплым абсорбентом, прибывающим с куба десорбционной колонны 4. С теплообменника 6 насыщенный абсорбент поступает в нагреватель 5, что в качестве теплоносителя подается пар 2,0 МПа.

Температура насыщенного абсорбента после подогревателя 5 поддерживается в пределах 145–155 °С регулятором температуры 11а [5]. Регулирующий клапан установлен на трубопроводе подачи 2,0 МПа пара в подогреватель 5. Горячий, насыщенный высшими углеводородами абсорбент подаётся в верхнюю часть десорбционной колонны 4 выше насадки. Туда же поступает абсорбент из фазоразделителя 9.

Десорбционная колонна 4 представляет собой аппарат насадочного типа. Десорбция высших углеводородов из абсорбента ведется острым паром, полученным путем дросселирования пара с давлением 2,0 МПа. Расход острого пара на десорбцию от 300 до 1100 кг/ч регулируется автоматически посредством регулятора 15а [4], в зависимости от количества, подаваемого в колонну 4 абсорбента на десорбцию. Расход абсорбента на десорбцию контролируется прибором 10б [5]. Острый пар подается в нижнюю часть колонны 4 под слой насадки.

В результате контакта насыщенного абсорбента с острым паром происходит десорбция высших углеводородов из абсорбента. Температура верха десорбционной колонны 4 поддерживается в пределах 143–153°С, контролируется термопарой 14а [4]. Парогазовая смесь, состоящая из высших углеводородов, водяного пара, незначительных количеств метана и уносимого с десорбера 4 абсорбента, следует в теплообменник 8, где она охлаждается. Теплообменник 8 предполагает из себя трубчатое устройство.

Охлажденная парогазовая смесь с температурой не больше 50 °С поступает в разграничитель фаз 9. Температура до теплообменника 8 контролируется термопарой 16а [4]. Температура уже после теплообменника 8 контролируется термопарой 20а [4]. В фазоразделителе 9 совершается разделение газа, конденсата, абсорбента. Конденсат в фазоразделителе 9 расслаивается в 2 слоя. Верхняя прослойка – насыщенный высшими углеводородами абсорбент возвращается насосом 10 в верхнюю часть десорбционной колонны 4. Нижний слой – вода, насыщенная углеводородами, сводится в химически нечистую канализацию и затем поступает на очистку канализационных вод.

Уровень абсорбента, насыщенного углеводородами в фазоразделителе 9, контролируется и регулируется автоматически регулятором уровня 19а [6]. Уровень воды, насыщенной углеводородами, контролируется и регулируется автоматически регулятором уровня 18а [6]. Высшие углеводороды, не сконденсированные в фазоразделителе 9 из верха аппарата, поступают в теплообменник 12, охлаждаются и отправляются на сжигание. Расход высших углеводородов на сжигание контролируется прибором 21б [5]. Давление в фазоразделителе 9 контролируется прибором 17б [3].

Сконденсированная вода после теплообменника 12 возвращается в фазоразделитель 9. Регенерированный в десорбционной колонне 4 абсорбент стекает в куб колонны 4. Уровень в колонне 4 контролируется и автоматически поддерживается в пределах 40–60% регулятором уровня 12а [6]. Температура на выходе из куба десорбционной колонны 4 контролируется термопарой 13а [4]. Из куба колонны 4 регенерированный абсорбент через теплообменник 6 и холодильник 13 с температурой не более 40°С возвращается в сборник 7. Сборник абсорбента 7 представляет собой горизонтальный аппарат, в который принимается из хранилища жидких нефтепродуктов абсорбент, который затем циркулирует на стадии. Уровень абсорбента в сборнике 7 поддерживается не более 125 см.

В процессе десорбции абсорбент насыщается водой, поэтому возвращаемый из куба десорбционной колонны 4 абсорбент разделяется в сборнике 7 на два слоя. Верхний слой, состоящий из абсорбента, поступает на всас насоса 11, который подает его в верхнюю часть абсорбционной колонны 1. Температура подаваемого в абсорбционную колонну 1 абсорбента контролируется термопарой 5а [4].

Нижний слой, состоящий из воды со следами абсорбента в сборнике 7, сливается в химически грязную канализацию и далее поступает на очистку сточных вод. Уровень водного слоя в сборнике 7 поддерживается автоматически регулятором уровня 7а [6] в пределах 10–20%. Очищенный от высших углеводов природный газ из верха абсорбционной колонны 1 поступает в брызгоотделитель 2 для удаления из него капель абсорбента. Из брызгоотделителя 2 природный газ направляется в вертикальный адсорбер 3, заполненный активированным углем, для удаления из него абсорбента, оставшегося газа в виде тумана. Далее полностью очищенный природный газ поступает к печам синтеза. Расход природного газа к печам синтеза контролируется по прибору 22б [5]. Давление природного газа к печам синтеза контролируется по прибору 23б [3], температура природного газа к печам синтеза контролируется по прибору 24а [4].

Контроль и регулирование стадии очистки технологического газа от высших углеводов осуществляется посредством системы MicroTDC 3000, на мониторе которой выведены контролируемые параметры, сигнализации о минимальном и максимальном значении параметров, сигнализации о положении регулирующих клапанов, а также предусмотрена возможность управления регулируемыми клапанами дистанционно в ручном режиме.

Заключение. Предлагается актуальная на сегодняшний день система управления технологическим процессом, обеспечивающая гибкость, многофункциональность управления технологическим процессом, максимальную долговечность, и значительный уровень безопасности труда. Плюсами предлагаемой АСУ представляются получаемый экономический результат, повышение информативности о состоянии процесса, снижение трудозатрат в обслуживании, большие межремонтные интервалы.

Система построена по модульному принципу, допускающему модернизацию и изменение системы при изменении технологического режима. Использование предложенной системы автоматизации значительно увеличивает точность и качество исполнения технологических операций, таким образом, делает лучше качество готовой продукции. Достоинствами считаются комфортная система для сигнальных модулей с наилучшей вероятностью коммуникации и организации в сеть, комфортное подключение систем интерфейса с оператором, а параметры для абсолютно всех модулей настраиваются с поддержкой программного обеспечения.

Использование контроллеров и иных компонентов АСУ даст возможность эффективно обнаруживать неполадки, контролировать уровни настроенных характеристик и, таким образом, уменьшать период ремонтов.

Литература

1. Горбатенко Ю.А. Адсорбция примесей токсичного газа из загрязненного воздуха. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2014. – 48 с.
2. Кембел Д.М. Очистка и переработка природных газов. / Д.М. Кембел. – М.: Недра, 1977. – 349 с.
3. Датчик давления Siemens [Электронный ресурс]// Производственная компания Siemens URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10087455?activeTab=ProductInformation> (дата обращения 8.12.2018)
4. Датчик температуры Siemens [Электронный ресурс]// Производственная компания Siemens URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10038181?activeTab=ProductInformation> (дата обращения 8.12.2018)
5. Датчик расхода Siemens [Электронный ресурс]// Производственная компания Siemens URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Products/10017349?activeTab=ProductInformation> (дата обращения 08.12.2018)

6. Датчик уровня Siemens [Электронный ресурс]// Производственная компания Siemens
URL: <https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Products/10017349?activeTab=ProductInformation> (дата обращения 08.12.2018)
7. *Трушников М.А., Медведева Л.И., Гольцов А.С., Носенко В.А.* Автоматизированные системы управления в промышленности: учебное пособие, Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2010. 100 с.