



УДК 681.5

**SELECTION OF SENSORS FOR MEASURING PROCESS PARAMETERS
DURING PRODUCTION OF ANILINE****ВЫБОР ДАТЧИКОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В
ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ АНИЛИНА****Medvedeva L.I./ Медведева Л.И.***s.t.s., as.prof. / к.т.н., доц.*

ORCID: 0000-0003-1928-8326

SPIN-код в eLibrary: 2533-5210

Scobora N.D./ Скобора Н.Д.*master of Engineering sciences, MSc (Engineering)/ магистр**Volzhsky Polytechnic Institute (branch) of Federal State Budget Educational Institution of
Higher Education Volgograd State Technical University. 42a Engelsa Street, Volzhsky, Volgograd
region, 404121, Russian Federation**Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский
государственный технический университет». 404121, Волгоградская область, г. Волжский,
ул. Энгельса, 42а.*

Аннотация. В работе рассматриваются технологические особенности процесса производства анилина, обосновывается его актуальность. Приводятся формулы для расчета конструкционных параметров ректификационной колонны. Дается сравнительный анализ характеристик датчиков нижнего уровня автоматизации для основных технологических параметров процесса.

Ключевые слова: анилин, ректификационная колонна, параметр регулирования, средство измерения, датчик.

Анилин (аминобензол, фениламин) – органическое соединение с формулой $C_6H_5NH_2$, простейший ароматический амин. Представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с характерным запахом, немного плотнее воды и плохо в ней растворим, хорошо растворяется в органических растворителях. На воздухе быстро окисляется и приобретает красно-бурую окраску [1].

В России вещество в основном применяют для синтеза красителей и лекарственных средств, в текстильной и фармацевтической промышленности. С помощью анилина получают препараты группы сульфамидов, обладающие антибактериальным действием, а также синтезируют заменители сахара. При помощи анилина замедляется коррозия металлов: его фосфаты добавляют к растворам сильных электролитов, в результате чего ингибируется коррозия углеродистой стали. Применяют анилин и для повышения антидетонационности топлива (автомобильного, ракетного, авиационного). Также вещество применяется в создании взрывчатых веществ, клеев, герметиков.

В связи с ростом применения анилина в промышленности, требуется увеличение производства данного продукта. А ректификация является безопасным, экологичным и экономически выгодным способом получения анилина, что обуславливает актуальность как самого процесса производства



анилина, так и разработки автоматизированной системы управления им.

Необходимость автоматизации обусловлена сложностью и скоростью протекания технологического процесса, чувствительностью его к нарушению режима работы, взрыво-, пожароопасностью перерабатываемых и получаемых веществ, вредностью работы обслуживающего персонала. Кроме того, автоматизация ректификации позволяет уменьшить потери исходного сырья, при росте готовой продукции, а это говорит о повышении рентабельности производственного процесса. Именно поэтому необходима разработка системы на фоне современных средств измерений.

Технологический процесс получения анилина запроектирован двумя потоками на стадии контактирования и одним потоком на стадии дистилляции. Ректификация анилина производится в колпачковой тарельчатой колонне. Число тарелок 30. Среда в колонне токсичная и пожароопасная. Остаточное давление в верхней части колонны не более 40 мм.рт.ст. Температура в кубе колонны 138–140 °С [2].

Первым этапом разработки системы регулирования процессом получения анилина является анализ основных свойств и расчет конструкционных параметров ректификационной установки.

Высота столба жидкости рассчитывается по формуле:

$$H_{жк} = n \cdot l = 60 \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 2,4 \text{ м},$$

где n – количество тарелок, шт;

l – высота жидкости на тарелке, м.

Номинальная расчетная толщина стенки обечайки для данного отношения определяется по формуле [3]:

$$s' = \frac{D_B P}{2 \sigma_d \varphi_{ш}} = \frac{2,4 \cdot 0,817}{2 \cdot 140 \cdot 0,95} = 6,65 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 6,65 \text{ мм},$$

где D_B – внутренний диаметр цилиндрической обечайки, м;

P – расчетное давление, Мн/м²;

σ_d – допускаемое напряжение, Мн/м²;

$\varphi_{ш}$ – коэффициент прочности шва.

A толщина стенки обечайки с учетом прибавок:

$$s = s' + c = 6,65 + 1,35 = 8 \text{ мм},$$

где s' – номинальная расчетная толщина стенки, мм;

c – суммарная прибавка, мм.

Толщина стенки обечайки и днища разнятся, поэтому толщина стенки принимается равной 10 мм [4].

Для управления протеканием процесса ректификации необходим контроль таких технологических параметров процесса как давление в колонне ректификации, температура в верхней части колонны и в кубе колонны, уровень кубового остатка и расход исходной смеси и конечного продукта.

Для создания эффективной и экономически обоснованной системы управления ректификационной колонной необходимо проанализировать рынок средств автоматизации на предмет их технических характеристик и ценового сегмента (табл. 1).



Таблица 1

Технические характеристики средств автоматизации

Параметр	Измерительные средства автоматизации	
Расход	Метран 350 выполнен на базе осредняющей напорной трубки Annubar и предназначены для расхода жидкости, газа, пара в системах автоматического контроля и управления технологическим процессом . Цена составляет 29000 рублей.	Rosemount 8800D определяет частоты вихрей, образующихся в потоке измеряемой среды при обтекании тела специальной формы. Частота вихрей пропорциональна объемному расходу. Может измерять расходы жидкости, газа и пара. Погрешность измерения расходомеров для жидкости составляет 0,6%, а для пара и газа 1%. Цена за одну штуку приблизительно 24000 рублей .
Давление	Эни-100 предназначены для непрерывного преобразования измеряемого давления пара, жидкости и газа в унифицированный токовый выходной сигнал 4-20 мА. Они используются для работы в системах автоматического контроля, управления и регулирования. Погрешность датчика в пределах 0,1-0,5% с диапазоном измерения 0-40 кПа. Цена около 4000 рублей за штуку .	Датчики давления Метран-100 обеспечивают непрерывное преобразование измеряемых величин – давления избыточного, абсолютного, разрежения, давления- разрежения, разности давлений, гидростатического давления нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал 4-20 мА дистанционной передачи, цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 с протоколами обмена ICP или Modbus. Измерение давления возможно в пределах 40 Па до 16 МПа с погрешностью измерения 0,1-0,5%. Цена около 20000 рублей за штуку .
Температура	Метран-276 могут применяться во взрывоопасных зонах. Предназначены для измерения температуры нейтральных и агрессивных сред, по отношению к которым материал защитной арматуры является коррозионноустойчивым. Имеет диапазон измерения до 180 °С. Цена составляет около 2800 рублей за штуку .	Термометры сопротивления с выходным сигналом 4...20 мА ДТСхх5Е имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и предназначены для установки и работы во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок. Класс точности таких датчиков 0,25% и диапазоном измерения -50...+500 °С .
Уровень	Levelflex FMP54 предназначен для непрерывного измерения уровня жидкостей в экстремальных условиях. Имеет микроимпульсный принцип измерения и работает в диапазоне от -196 до +450 °С. Максимальная величина измерения составляет 6 метров.	Байпасные роликовые указатели уровня NBK-R используют для непрерывного измерения, вывода и контроля уровней жидкости. Имеют выходной унифицированный токовый сигнал 4-20 мА и максимальным уровнем измерения 6 метров. Могут работать при температурах -40 до +400 °С .

Расходомеры Метран 350 и Rosemount 8800D приблизительно одинаковы по своим техническим характеристикам, но Rosemount 8800D имеет цену немного ниже, поэтому для дальнейшей работы останавливаемся на нём. Сравнив, технические характеристики датчиков давления для дальнейшей работы берём Эни-100, так как он имеет более выгодную цену по сравнению с конкурентом, при приблизительно одинаковых характеристиках. После



рассмотрения технических характеристик двух датчиков температуры остановимся на Метран-276, он полностью подходит по техническим характеристикам и имеет небольшую цену. Среди рассмотренных уровнемеров делается выбор в пользу Levelflex FMP54 из-за стабильных показаний при изменении среды, более высокой безопасности и работе при высоких температурах.

Для разработки системы автоматизации были выбраны следующие средства измерения: расходомер Rosemount 8800D, датчик давления ЭНИ-100, термопреобразователь Метран-276 и уровнемер Levelflex FMP54. Анализ технических параметров и цены средств автоматизации, проведенный в работе, позволил подобрать оптимальный набор устройств для обеспечения эффективного и рентабельного технологического процесса ректификации анилина.

Литература.

1. Дытнерский, Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Издательство Альянс, 2007. – 368с.
2. Беспалов, А.В., Системы управления химико – технологическими процессами/ А.В. Беспалов, Н.И. Харитонов. – М.: Издательство Академкнига, 2007. – 690с.
3. Романков П. Г., Фролов В. Ф., Флисюк О. М., Курочкина М. И. Методы расчета процессов и аппаратов химической технологии. Спб.: Химия 1993/ - 496 с.
4. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Учебное пособие / под ред. М. Ф. Михалева – М.: Машиностроение, 1984. – 302 с.

References:

1. Dytnerky, Y.I. Main processes and apparatus of chemical technology. - Moscow: Alliance Publishing House, 2007. - 368с.
2. Besalov, A.V., Chemical and Technological Process Control Systems/A.V. Besalov, N.I. Kharitonov. - M.: Akademknig Publishing House, 2007. - 690s.
3. Romankov P. G., Frolov V. F., Flisyuk O. M., Kurochkin M. I. Methods of calculation of processes and devices of chemical technology. Spb.: Chemistry 1993/- 496 p.
4. Calculation and design of chemical production machines and apparatus. Manual/edited by M. F. Mikhalev - M.: Mechanical Engineering, 1984. 302 p.

Summary. The work considers technological peculiarities of the process of aniline production, justifies its relevance. Formulas are given for calculation of structural parameters of rectification column. A comparative analysis of the characteristics of the lower level automation sensors for the main process parameters is given.

Keywords: aniline, distillation column, control parameter, measuring device, sensor.

Рецензент: к.т.н., доцент Силаев А.А.

Статья отправлена: 26.12.2019 г.

© Скобора Н.Д.