

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ХІМІКО- ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Досліджені питання підвищення екологічності хіміко-технологічного процесу виробництва аміаку шляхом автоматизації контуру процесу абсорбції аміаку з продувних газів. Розроблено систему автоматизованого керування процесом абсорбції аміаку у виробництві зв'язаного азоту. Здійснено проектування системи керування послідовним визначенням принципів, параметрів і технічних засобів автоматизації

Ключові слова: екологічність, хіміко-технологічний процес, система автоматизованого керування, абсорбція аміаку, продувні газу

Исследованы вопросы повышения экологичности химико-технологического процесса производства аммиака путем автоматизации контура процесса абсорбции аммиака из продувочных газов. Разработана система автоматизированного управления процессом абсорбции аммиака в производстве связанного азота. Осуществлено проектирование системы управления последовательным определением принципов, параметров и технических средств автоматизации

Ключевые слова: экологичность, химико-технологический процесс, система автоматизированного управления, абсорбция аммиака, продувные газы

Т. В. Бойко

Кандидат технічних наук, доцент, в.о. завідувача кафедри*

E-mail: tvbojko@gmail.com

О. С. Бондаренко

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: kxtp@list.ua

А. О. Абрамова

Асистент*

E-mail: alla_abramova@ukr.net

О. В. Кияниця*

*Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
пр. Перемоги 37, м. Київ, Україна, 03056

1. Вступ

Сучасні хіміко-технологічні процеси відзначаються складністю та високою швидкістю протікання, а також чутливістю до відхилення режимних параметрів від нормальних значень, шкідливістю умов роботи, вибухо- та пожежонебезпечністю перероблюваних речовин. Зі збільшенням навантаження апаратів, потужності машин виконувати технологічні процеси при високих і надвисоких тисках та температурах (близьких до критичних значень), а також швидкостях хімічних реакцій з використанням ручного керування неможливо.

2. Загальна характеристика виробництва аміаку

Величезні масштаби виробництва аміаку в нашій країні визначають необхідність вибору найбільш раціональної технологічної схеми виробництва, що володіє найвищим коефіцієнтом корисної дії – можливо повним використанням всіх сировинних і енергетичних компонентів процесу [1].

Аміак за своєю природою не є речовиною, яка забруднює і завдає шкоди навколишньому природі, так як азот є складовою частиною атмосфери, азот застосовується у сільському господарстві у якості добрива, під

час внесення в ґрунт аміак вступає у реакції з вологою і перетворюється у газ, який швидко розчиняється в ґрунтовому розчині і утворює гідроксид амонію, іони якого поглинаються ґрунтом, а надлишок азоту повертається у повітря [2].

На сьогоднішній день в Україні основною сировиною виробництва аміаку і азотних добрив є природний газ. В процесі синтезу задля звільнення від інертних газів виникає необхідність постійного скиду частини газів, яка відправлялася на спалювання [3].

3. Постановка задачі дослідження

Оскільки основним методом утилізації продувних газів є спалювання, доведено і економічно обґрунтовано доцільність використання продувних газів в технічному процесі з попереднім вилученням із газу аміаку. Для вилучення аміаку пропонується використання водної абсорбції.

Основною задачею дослідження є підвищення екологічності хіміко-технологічного процесу виробництва аміаку шляхом автоматизації контуру процесу абсорбції аміаку з продувних газів.

Об'єктом дослідження у процесі є абсорбер, який вилучає аміак у схемі очищення продувних газів, що

дає змогу отримати додатковий продукт у вигляді аміачної води та підвищити екологічність технологічної схеми.

4. Принципи автоматизації процесу абсорбції аміаку

Розроблення системи автоматизації виробництва є одним із найважливіших етапів його проектування, оскільки забезпечує контроль за якістю продукції, раціональним використанням сировини та енергії, дозволяє мінімізувати використання ручної праці на небезпечних об'єктах. Це особливо актуально для хімічних виробництв, які найчастіше використовують вогне- і вибухонебезпечні речовини, працюють в умовах підвищеної екологічної небезпеки і потребують значних затрат енергії.

Оскільки в процесі абсорбції аміаку із продувних газів використовуються хімічно небезпечні речовини, то для надійної експлуатації обладнання, підтримки оптимальних технологічних параметрів, раціонального використання обладнання розроблення і впровадження системи автоматизації є надзвичайно важливою [4-6]. В процесі виробництва аміаку у відділенні синтезу задля звільнення від інертних газів виникає необхідність постійного скиду частини газів (продувки), оскільки до складу продувних газів входять такі компоненти: водень – 54,9-61,7%_{об'ємн}, азот – 18,3-20,6%_{об'ємн}, метан ≤ 11,3%_{об'ємн}, аргон – 3,6-7,9%_{об'ємн}, аміак – 7,6-10%_{об'ємн}. Так як ці гази раніше спалювалися в печі – це було економічно не вигідно і було прийнято рішення використовувати даний продувний газ на технологію з попереднім відмиванням з нього аміаку [7, 8].

Основна ціль автоматизації є контроль за вхідними параметрами (витрата, тиск, температура продувних газів), підтримка робочого рівня хімічно очищеної води в абсорбері, контроль за вихідними параметрами (концентрація, тиск, витрата та температура) очищених газів від аміаку та аміачної води 25%, а також засоби відсікання при аварійних ситуаціях.

На підставі аналізування технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва, обрано об'єкти автоматизації, обрано регульовані і регулюючі параметри, визначено параметри контролю, реєстрації та регулювання. Для обраних параметрів було визначено необхідну точність вимірювання і регулювання (норми технологічного режиму) та діапазони їх можливої зміни.

Засоби автоматизації підбирають, враховуючи особливості технологічного режиму. При цьому слід дотримуватися наступних правил: для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуємо однотипні засоби автоматизації; клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам; діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Регулювання температури: для всіх контурів обрано датчик температури каналний Honeywell NTC LF20 (діапазон вимірювання температури -50-150°C) – призначений для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах, шляхом перетворення опору у уніфікований вихідний сигнал 4-20мА.

Регулювання тиску: для всіх контурів обрано перетворювач Honeywell MT100P (діапазон вимірювання тиску 0 – 40 МПа) – призначений для вимірювання тиску в трубопроводах.

Регулювання витрати: для вимірювання витрати в трубопроводі подачі продувного газу використано витратомір газу високого тиску Honeywell SMV3000 (робочий діапазон вимірювання від 0-15000 м³/год при тиску до 40 МПа) з вхідним сигналом 4..20мА. Для вимірювання витрати хімічно очищеної води та технічної води з мережі в трубопроводах використано витратоміри змінного перепаду тиску Honeywell PV230. Вони мають ряд переваг, які роблять їх дуже популярними: простота конструкції і експлуатації, універсальність застосування, для потоків рідини, газу і пари; можливість перевірки і атестації звужувальних пристроїв, шляхом розрахунку по результатам вимірювань геометричних розмірів трубопроводу [2].

Для відсікання подачі сировини на апарат та на його виходах використовується клапан електромагнітний нормально відкритий Honeywell madas m16/gm з вхідним сигналом 4..20мА.

Для регулювання рівню хімічно очищеної води в абсорбційній колоні використовуються безконтактний радарний рівнемір Honeywell RM70 – застосовується даний рівнемір для рідких вимірювальних середовищ (нафта, темні й світлі нафтопродукти, вода, зріджений газ і ін.). Має погрішність вимірів рівня від ±0,25%, температуру навколишнього середовища від -40 до 80°C, температура робочого середовища від -29 до 593°C. Далі сигнал передається на регулюючий механізм Honeywell FD з вхідним сигналом 4..20мА.

Для регулювання концентрації на виході газу після абсорбера використовується цифровий термокондуктометричний аналізатор для бінарних газових сумішей 7866 Honeywell з вхідним сигналом 4..20мА. Для регулювання концентрації на виході з нижньої частини абсорбера використовується концентратомір Honeywell qw180 з вхідним сигналом 4..20мА [9].

5. Розроблення принципіальної схеми автоматизації

Робота системи автоматизації характеризується такою послідовною роботою: продувні гази з агрегатів синтезу аміаку цеху А-2 через вузли відбору і прилади обліку витрати) в кількості від 3 300 нм³/год до 11 082 нм³/год з тиском не більше 32 МПа (320 кгс/см²) і температурою 40°C направляються на установку виділення водню в к-320. На вході продувних газів в установку встановлений відсікач HSV-1 та регулюючий клапан тиску PIRCAS-141, які редукують тиск з 32 МПа (320 кгс/см²) до 17-20 МПа (170-200 кгс/см²).

Після вузла редукування продувні гази надходять в нижню частину абсорбційної колони 1. Поступово піднімаючись по ковпачкових тарілках з 12 до 1-ої продувні гази відмиваються від аміаку. Для абсорбції аміаку в верхню частину абсорбційної колони 1 з ємності 6 насосом 5-1/5-2 подається хімічно очищена вода разом з технологічним та паровим конденсатом, що надходять з ємності 8. Хімічно очищена вода із заводської мережі з витратою 1-6 м³/год та температурою не вище 30°C надходить в ємність 6 через витратомір FIR-303 і регулюючий клапан

LCV-403, клапан підтримує робочий рівень (20-80%). В ємність 6 також надходить технологічний конденсат (утворюється у вологовідділювачі) і паровий конденсат з ємності 8. Ємність 6 знаходиться під тиском азоту 0,1-0,4 МПа (1,0-4,0 кгс/см²), тиск в ємності підтримується регулятором PCV-311 за рахунок подачі азоту в ємність, або скидання тиску з ємності клапаном на цих лініях.

З ємності 6 суміш хімічно очищеної води і конденсатів надходить на всмоктування насосу 5-1/5-2 і з тиском 17-20 МПа (170-200 кгс/см²) та витратою 1,2-4,0 м³/год через прилад FIRCAS-343 подається на верхню тарілку абсорбційної колони 1.

Для проміжного відведення реакційного тепла передбачено охолодження аміачної води в холодильниках 2-1, 2-2. Аміачна вода після 7-ої тарілки абсорбера 1 з температурою не вище 130°C (TIRA-213) надходить до холодильників 2-1, 2-2, куди в якості хладагенту подається оборотна вода з мережі тиском не менше 3,5 кгс/см². Охолоджена аміачна вода повертається в колону 1 на 8-му тарілку з температурою не вище 40°C. Проходячи з 8 по 12 тарілку аміачна вода досягає концентрації 25% і зливається в куб абсорбційної колони.

З кубової частини колони аміачна вода дрослюється до тиску 1,8МПа (18,0 кгс/см²) на клапані LCV-251 та надходить в холодильник 3, де охолоджується до температури не вище 35°C оборотною водою і видається під остаточним тиском на існуючий склад аміачна води цеху А-1.

Перед клапаном LCV-251 встановлений відсікач HSV-2, який закривається при мінімальному рівні в кубі абсорбера 1 20% шкали приладу.

Відсікач HSV-2 закривається автоматично при: зупинці від кнопки «СТОП» установки; максимальній температурі продувних газів на вході на технологію більше 50°C; підвищенні концентрації аміаку в продувних газах після абсорбера більше 100 ppm (0,01%об'ємн); підвищенні концентрації водню більше 4%об'ємн; низькому рівні аміачної води в кубі колони 1-20% шкали приладу.

На лінії аміачної води в теплообмінник 3 також встановлені запобіжні клапани. У разі їх спрацьовування (P_{відкр.}=2,17 МПа (21,7 кгс/см²)) аміачна вода надходить в проміжну ємність 4. Інертний та газоподіб-

ний аміак з ємності через повітряний клапан скидаються в атмосферу. Рівень в ємності 4 контролюється за приладом LIRA-263. Аміачна вода з ємності 4 вивозиться транспортом, або пересувним контейнером на склад аміачної води цеху А-1.

Продувні гази, очищені від аміаку, після абсорбера редукуються клапаном PCV-151 до тиску 12-14 МПа (120-140 кгс/см²) і направляються в наступний блок технології. На лінії подачі газу в блок також встановлений відсікач HSV-3, а перед ним – вентиль, який при роботі установки повинен бути відкритий та опломбований. Відсікач HSV-3 відкривається автоматично при: зупинці від кнопки «СТОП» установки; підвищенні температури продувних газів на вході в наступний блок технології більше 50°C; підвищенні концентрації аміаку в продувних газах після абсорбера більше 100 ppm (0,01%об'ємн); підвищенні концентрації водню більше 4%об'ємн. Після відкриття відсікача HSV-3 продувні гази направляються в факельний колектор цеху А-2. Для виводу вузла абсорбції на норми технологічного режиму (НТР) перед подачею продувних газів на технологію в технологічній схемі передбачено клапан PIRCAS-153.

При пускових операціях клапан PIRCAS-153 підтримує необхідний перепад тиску в системі абсорбції за рахунок скидання продувних газів в лінію непродуфундованих газів.

Вміст аміаку після колони 1 контролюється приладом QIRAS-163 і повинен бути менше ніж 100 ppm (0,01%об'ємн). На основі обраних контурів було розроблено функціональну схему автоматизації, що представлено на рис. 1 [10].

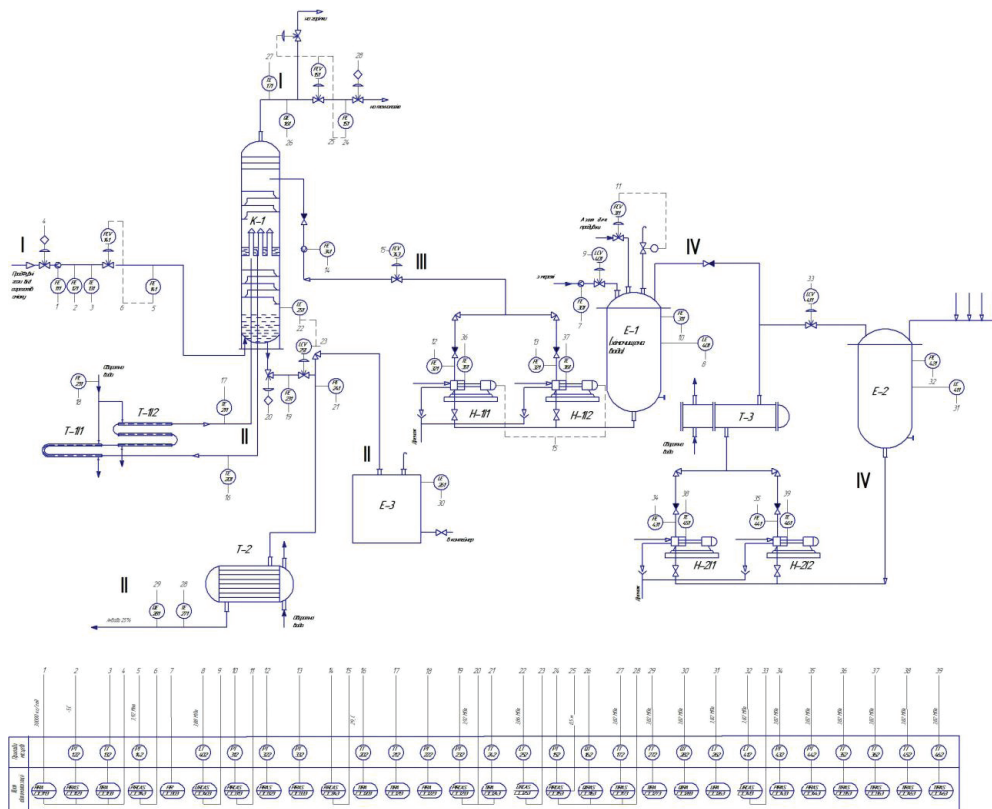


Рис. 1. Функціональна схема автоматизації процесу абсорбції аміаку

6. Комп'ютерне моделювання схеми процесу абсорбції

Для вирішення проектної задачі з автоматизації було обрано програмний пакет Honeywell Experion Process Knowledge System (PKS).

Результатом сукупності даних функціональних блоків – схема автоматизованого керування робочим рівнем хімічно очищеної води в абсорбері відносно вхідної кількості продувних газів представлено на рис. 2. В схемі передбачено аварійне відсікання та відключення системи при виході параметрів за межі робочої зони параметрів.

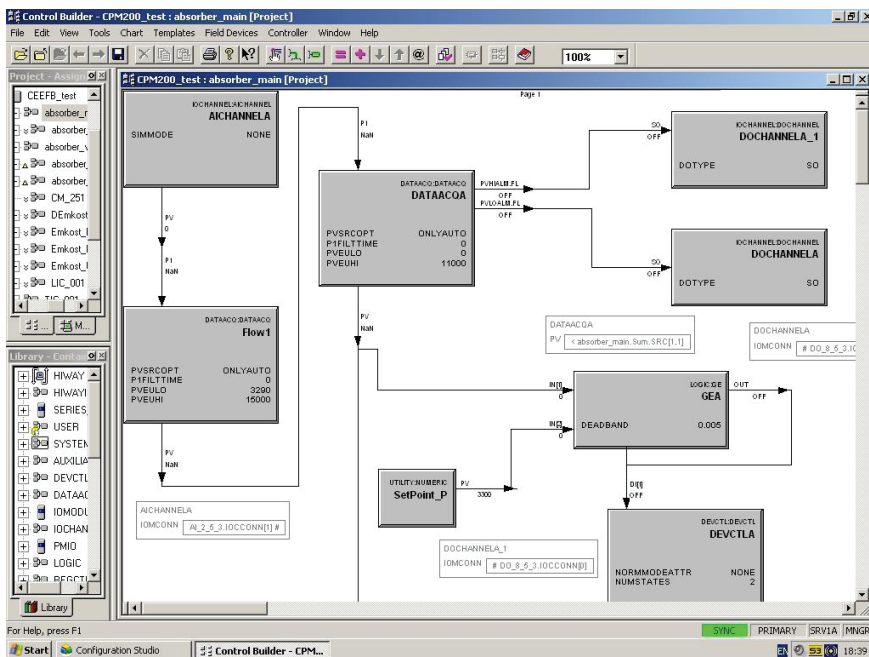


Рис. 2. Графічне зображення блоку контролю за витратою вхідної величини (продувних газів)

5. Висновки

Отже, розроблено систему автоматизованого керування процесом абсорбції аміаку у виробництві зв'язаного азоту, технологія вимивання якого дозволяє вилучити аміак із продувних газів і збільшити вихід товарної продукції (аміачної води) та забезпечити високу екологічність виробництва.

Проектування системи керування здійснено послідовним визначенням принципів, параметрів і

технічних засобів автоматизації. Стратегія керування процесом розроблена на базі роботи мікропроцесора C200 фірми Honeywell із використання програмного пакету Experion PKS. За допомогою комп'ютерного моделювання були отримані результати які показують реакцію системи на зміну вхідних параметрів, розроблений контур аварійного відключення та відсікання системи від вхідних параметрів.

Література

- Семенов, В. П. Производство аммиака [Текст] / В. П. Семенов, Г. Ф. Киселев, А. А. Орлов, Т. А. Семенова, В. М. Коновалов – М.: Химия, 1985. – 368с.
- Товажнянский, Л. Л. Технология связанного азота [Текст] / Л. Л. Товажнянский, О. Я. Лобойко, Г. И. Гринь, И. О. Слабун – Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 536с.
- Технология производства аммиака [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://en.uhde-russia.com/files/01_ammiak.pdf.
- Технология связанного азота [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://e-sheven.narod.ru/prikladnay/10.html>.
- Технологический регламент производства аммиака [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/788031>.
- Безводный аммиак [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.azohim.com/ru/news.php?bl=1&pid=81&view=9&p=1>.
- Способы производства аммиака [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/17.html>.
- Способы производства аммиака [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=524272>.
- Каталог продукции Honeywell [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.sbsg.ua/honeywell.html>.
- Принципы автоматизации [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.erudition.ru/referat/ref/id.19945_1.html.