**Розробка схеми автоматичного контролю і сигналізації ректифікаційної колони**

**Вступ**

контроль автоматичний сигналізація ректифікація

*Спиртова промисловість* (раніше – ґуральництво, винокурна промисловість, винокуріння) – галузь харчової промисловості, що виробляє етиловий (винний) спирт – сирець і спирт – ректифікат з харчової сировини (зерна, картоплі, меляси тощо). Основним споживачем ректифікованого спирту є різні галузі харчової промисловості (лікеро-горілчана, виноробна, кондитерська, оцтова, парфумерно-косметична та ін.), а також фармацевтична промисловість і медицина. Невелику кількість ректифікованого спирту використовують у технічних цілях (як і абсолютний спирт, який виробляється в невеликій кількості) і в хімічній промисловості. Спирт – сирець використовується у технічних цілях або для отримання ректифікованого спирту. На спиртових заводах одержують хлібопекарські й кормові дріжджі, рідку вуглекислоту, кормові вітаміни тощо. Крім того, досить цінними є такі продукти спиртової промисловості, як: барда, лютерна вода, головна фракція, сивушне масло и сивушний спирт.

Географічне розміщення: головне – у лісостепі, менше – у лісосмузі.

Якість нашої продукції підтверджена і визнана світом, що є приводом до подальшого розвитку у цьому напрямку. Прикладом цьому може слугувати всесвітньо відома фірма Nemiroff.

*Ректифікація –* розділення рідких однорідних сумішей на окремі компоненти або групи компонентів (фракцій) з різною леткістю шляхом багаторазового двостороннього тепло- і масообміну між паровим і рідким потоками. Цеодин із основних технологічних процесів в нафтоперегонній, нафто- і коксохімічній, хімічній, газовій та ін. галузях і основний спосіб виділення і очистки етилового спирту в *спиртовій*, гідролізній, сульфітно-спиртовій галузях.

По технічному призначенню ректифікаційні установки спиртового виробництва розділяються на сирцеві, установки для ректифікації спирту – сирцю, брагоректифікаційні і установки для абсолютизації спирту. Ректифікаційна колона є апаратом кінцевого етапу очистки і отримання готового продукту і є важливим компонентом вищезгаданих установок. Саме вона була обрана технологічним об’єктом управління в даній роботі.

*Автоматизація* у даній галузі дає можливість підвищити надійність роботи обладнання та загальну ефективність і зручність роботи установок, економічність (не допускає перевитрату теплоносіїв та ін. складових), максимально забезпечити обслуговуючий персонал інформацією про хід процесу і технологічні параметри, покращити якість кінцевого продукту за рахунок стабілізації процесу виробництва, збільшення оперативності виявлення аварійних ситуацій і помилок, точності підтримання параметрів.

Розробка систем управління технологічним процесом виробництва спирту на протязі багатьох років є об’єктом досліджень. Проблеми автоматизованого управління процесами ректифікації активно розроблялись як у нашій державі, так і за кордоном, однак розв’язання багатьох задач в цій області досі залишається актуальним. Розв’язання цих проблем має важливе не тільки наукове, а й народно – господарче значення.

**1. Короткий опис технологічного процесу ректифікації**

**Ректифікація (багаторазова, або складна перегонка)** належить до масообмінних процесів, оскільки швидкість процесу ректифікації залежить від швидкості перенесення речовини між фазами. Базується вона на різній летючості компонентів сумішей, які розділяються (різних температурах кипіння та парціальних тисках), а контакт між парою і рідиною в ректифікаційних апаратах відбувається на тарілках чи насадках, які можуть бути як безперервної, так і періодичної дії. Обмін компонентами між паровою фазою і стікаючою (флегма) відбувається не досить інтенсивно, тому простір апарата заповнюють насадкою або контактними пристроями (тарілками), які забезпечують барботаж (пробулькування) парової фази крізь шар флегми.

*Метою ректифікації* загалом є чітке розділення рідких сумішей на окремі чисті компоненти.

При ректифікації спирту *основна задача* – із сорокавідсоткового спирту – сирцю отримати спирт – ректифікат із концентрацією в ньому епюрованого спирту не менш дев’яноста шести відсотків при мінімальному вмісті сторонніх домішок. Для цього процес ректифікації спирту – сирцю проводять за один раз на спеціальному ректифікаційному обладнанні. Це обладнання дозволяє розділяти водно – спиртову суміш на окремі азеотропні фракції, що відрізняються температурами кипіння. Одною з таких фракцій є харчовий спирт – ректифікат.

Для ректифікації багатокомпонентної суміші застосовують багатоколонні установки з послідовним виділенням фракцій. В більшості випадків – це брагоректифікаційні установки (БРУ), до складу яких входять бражна, епюраційна та ректифікаційна колони. Остання з точки зору управління є найскладнішим елементом, і її основна задача полягає у виділенні з епюрату спирту, його концентрація, вивільнення від хвостових, проміжних і залишку головних домішок.

*Ректифікаційна установка* працює наступним чином. За допомогою нагрівника кубова рідина доводиться до кипіння. Утворена в кубі пара по ректифікаційній частині колоні піднімається вверх і потрапляє в конденсатор, де відбувається її повна конденсація. Частина цього конденсату (флегми) повертається в ректифікаційну частину колони, а інша частина проходить через охолоджувач і у вигляді дистиляту стікає у приймаючу ємність. Співвідношення між витратами флегми і дистиляту, що відбирається, називається флегмовим числом і встановлюється за допомогою регулятора відбору. По всій висоті ректифікаційної частини колони відбувається процес тепломасообміну між стікаючою вниз флегмою і парою, що піднімається вверх. В результаті цього у верхній частині колоні накопичується у вигляді пари і флегми найбільш легкокиплячий (з найменшою температурою кипіння) компонент кубової рідини, а слідом за цим компонентом вибудовується «нумерована черга» (вниз по висоті колони) із різних речовин. «Номером» в цій черзі є температура кипіння кожного компонента, що збільшується із «спусканням» вниз по колоні. «Номер» речовини, що відбирається, в кожний момент реєструється за допомогою термометру. Знаючи цю температуру, з урахуванням атмосферного тиску можна досить точно вказати основну речовину дистиляту, що відбирається в даний момент.

Ректифікаційна колона може живитися епюратом, сумішшю епюрата і епюрованого пару чи тільки епюрованим паром (суміш, що подається в колону для розділення, називається живленням). Епюрат – кінцевий продукт епюрації – очистки спирту від головних домішок шляхом їх виварювання у виснажній частині епюраційної колони і концентрації цих домішок у концентраційній частині. Він вводиться в спиртову колону (інша назва ректифікаційної колони) при температурі, близькій до температурі кипіння, а спиртовий пар – сухий насичений. Спиртова колона має у своєму складі дефлегматор і конденсатор, в яких відбувається конденсація всього парового потоку. З конденсатора відбирається непастеризований спирт – концентрований спирт, збагачений головними домішками, кількість якого – 0.5 – 5%. Конденсат з дефлегматора і конденсатора (за виключенням непастеризованого спирту) повністю потрапляє на зрошування колони. Концентрований спирт, вивільнений від головних домішок – ректифікований спирт – відбирається з другої – дванадцятої тарілки (рахуючи зверху) в рідкому вигляді.

Спосіб відбору ректифікованого спирту з рідкої фази з тарілок, що знаходяться нижче верхньої, отримав назву *пастеризації*, а спирт, відібраний таким чином, – *пастеризованого*.

В процесі виділення та очистки спирту утворюються побічні продукти: барда, лютерна вода, головна фракція, сивушне масло і сивушний спирт.

Компоненти сивушного масла виводяться із спиртової колони в рідкій чи паровій фазі із зони їх максимальної концентрації, яка знаходиться поблизу тарілки живлення. При відведенні у вигляді відбір ведуть звичайно з 5, 7, 9, 11 – ї тарілок (рахуючи знизу), при відборі у вигляді рідини – з 17 – 21 – ї тарілок. З компонентами сивушного масла відводяться в більшій частині й інші проміжні домішки.

З нижньої частини колони відводиться лютерна вода, а з нею – й інші хвостові домішки.

**В ректифікаційній колоні –**

1) контролюються: – температура вверху і внизу колони;

– температура на 6, 8, 10-й тарілках;

2) регулюються: – тиск внизу і вверху колони;

– температура на тарілці живлення;

– витрати спирту, що відбирається з колони;

– температура охолоджуючої води на виході з дефлегматора.

Основними вимогами до АСУТП спиртового виробництва є їхня (та їх елементів) вибухобезпечність (із зрозумілих та об’єктивних причин), висока точність (для забезпечення стабільності ТП та правильного складу спирту, його високої якості), надійність, економічність.

Не дивлячись на те, що зараз досить широко застосовуються прилади з вихідним уніфікованим струмовим сигналом, це не є загрозою виробництву завдяки спеціальним конструкціям забезпечення іскрозахисту й ізольованості цього сигналу від контакту з навколишнім середовищем.

Сигнали для передачі інформації, що використовуються в даній роботі, – це уніфіковані струмовий 4 – 20 мА і пневматичний 20 – 100 кПа.

**2. Технологічні вимоги до системи автоматичного контролю**

Таблиця регульованих параметрів ректифікаційної колони

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Агрегат | Параметри, що підлягають контролю і сигналізації | Показники | Величини відхилень параметрів | | Функції системи сигналізації та контролю | | | |
| Допустимих (±) | Аварійних (±) | Вид контролю | Вид інформації | Сигналізація | |
| Світлова | Звукова |
| Ректифікаційна колона | Тиск, кПа:  у кубі колони  над верхньою тарілкою | 130  102 | 0.05–0.5  0.05–0.5 | 0.15–1.470  0.1–0.98 | Неперервний | П, Р, С | +  + | +  + |
| Температура, С:  на контрольній тарілці  у кубі колони  у верхній частині  спирту після холодильника | 88  104–105  60 – 61  75 | 0.5  0.7 – 0.8  0.2 – 0.25  1.5 | 1  1.4 – 1.6  0.4 – 0.458  3 | Неперервний  Періодичний  Періодичний  Неперервний | П, Р  П, Р, С  П, Р, С  П, Р | -  +  +  - | -  +  +  - |
| Густина, м3/год:  спирту на виході з колони | 812 | 2 | 4 | Неперервний | П, Р, С | + | + |
| Витрати, м3/год:  пари, що подається у куб колони  спирту на відбір  епюрату, що подається в збірник  води на дефлегматор | 1050–1094  1.31  11.07  9 | 52.5 – 54.7  0.04  0.33  0.27 | 105 – 109.4  0.08  0.66  0.54 | Неперервний | П, Р  П, Р  П, Р  П, Р | -  -  -  - | -  -  -  - |
| Рівень, м:  рівень вмісту епюрату в збірнику | 3.0 | 0.2 | 0.4 | Періодичний | П, Р, С | + | + |

**3. Обґрунтування методів вимірювання і вимірювальних комплектів основних параметрів технологічного процесу ректифікації**

Основними параметрами, що контролюються і сигналізуються (при виході за межі) в даній роботі, є: тиск, температура, рівень, густина, витрати.

**Тиск.** *По виду вимірюваного тиску* манометри – прилади для вимірювання тиску – діляться на дві групи, які відрізняються різними початками відліку тиску, тобто, різними, прийнятими за нуль, значеннями тиску: в *першу групу* входять манометри надлишкового тиску, а у *другу* – абсолютного тиску.

**По принципу дїї** манометри можуть бути розділені на дві великі групи. *Першу утворюють прилади, в яких сили, що утворюються вимірюваним тиском, зрівноважуються відомими силами* (силою ваги або пружною силою деформації). До цієї групи входять: рідинні, деформаційні та вагові манометри. *Другу групу утворюють прилади, тиск в яких вимірюється по зміні іншої фізичної властивості тіла під дією сил тиску.* Групу складають манометри: електричні та спеціального призначення.

*До електричних манометрів* відносять: манометри опору, манометри з тензоперетворювачами, п’єзоелектричні, ємнісні. *До манометрів спеціального призначення* відносяться: теплові, оптичні, акустичні, іонізаційні.

Для вимірювання цього параметру було обрано вимірювальний перетворювач надлишкового тиску Sitrans P серії ZD, оскільки він має високий клас точності (0.25) і кілька діапазонів вимірювання тиску (значення у роботі: 102 – 130 кПа; тому тут підходить діапазон вимірювання: 0…2 бар). Цей перетворювач належить до так званих тензометричних перетворювачів, принцип дії яких ґрунтується так званому, тензоефекті – зміні їхнього активного опору провідника за пружних деформацій. Самий поширений варіант використання тензоефекту – це розтягування дроту або стрічки з тензочутливого матеріалу. Такі перетворювачі використовують для вимірювання невеликих переміщень, деформацій, або інших механічних величин, що пов’язані з деформаціями.

Тензоперетворювач наклеюється на досліджувану деталь або пружинний елемент, що перебуває під дією вимірюваного зусилля. Із зміною останнього, змінюється деформація деталі або пружини і, відповідно, розміри (довжина та поперечний переріз дроту) і електричний опір тензоперетворювача. Найчастіше цей опір вимірюється за допомогою мостової схеми.

**Рівень.** За принципом дії рівнеміри *поділяють* на: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні.

В роботі для вимірювання рівня було обрано ультразвуковий рівнемір Sitrans Probe LU, принцип дії якого – ультразвуковий. (Використовується ефект відбиття ультразвукових коливань від границі розділу рідина – газ. Значення рівня визначається за часом проходження ультразвукових коливань від джерела до приймача після відбиття їх від поверхні розділу.) При реалізації методу ультразвуковий випромінювач посилає акустичні імпульси з малим кутом розходження випромінювання. Випромінюється пакет повздовжніх ультразвукових хвиль (ультразвуковий зондуючий імпульс) по нормалі до поверхні, відстань до якої вимірюється. Одночасно вимірювальний перетворювач вимірює час між початком випромінювання імпульсу і початком приймання відбитого імпульсу, який пропорційний відстані між поверхнею контрольованої за рівнем речовини та електроакустичним перетворювачем, або рівню речовини. Виміряне значення часу перетворювач переводить у значення рівня. Даний рівнемір має достатньо високий клас точності (0.25), надійність, схему фільтрації сигналу, його діапазон включає значення параметру в даній роботі. Діапазон вимірювання: до 6 м або до 12 м (значення у роботі: 3 м).

**Густина.** За *принципом дії* густиноміри поділяються на поплавцеві, гідростатичні (п’єзометричні), вагові (пікнометричні), акустичні (ультразвукові), оптичні, радіоізотопні тощо.

В даній роботі було обрано радіоізотопний метод вимірювання, який має наступні переваги: високу точність вимірювання (а це дуже важливо для виконання спеціального завдання: контролю якості вихідного продукту), надійність, можливість встановлення у важкодоступних місцях, безконтактність, вимірювання у важкодоступних середовищах. Суть методу: вимірюється інтенсивність пучка гама – випромінювань, який послаблюється після проходження шару речовини, густина якої вимірюється. Ступінь поглинання залежить від густини середовища.

Прилад – радіоізотопний густиномір ПР – 1027М з класом точності: 0.1…1. Діапазон вимірювання: 500…3500 м3/год (у роботі значення: 810 м3/год).

**Температура.** Існують 2 основних методи вимірювання температури:

– контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

– безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

До **контактних** відносять:

1) **термометри розширення**: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700°C);

2) **манометричні термометри**: (-200…+1000°C);

3) **термометри опору** поділяються на:

а) металеві (від -260 до +1100°C) та б) напівпровідникові (-275…+600°C);

4) **термоелектричні термометри** (термопари), які використовуються в діапазоні температур (-200…+2200°C).

**Безконтактні** (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні (700…10000° C);

б) спектрального відношення (300…2800°C);

в) повного випромінювання (-50…3500°C).

В даній роботі використовується контактний метод вимірювання, а прилад: вимірювальний перетворювач температури **Sitrans TF2** з термометром опору Pt100**,** принцип роботи якого грунтується на властивості провідників (металів) (в даному випадку – платини) та напівпровідників змінювати свій електричний опір в залежності від зміни їхньої температури. Цей прилад забезпечує достатню точність вимірювань (абсолютна похибка при температурі навколишнього середовища в межах (23 ±5)°C складає: < ±(0,45°C + 0,2% від верхньої межі налаштованого діапазону вимірювань)), є одним із найсучасніших і найпоширеніших у промисловості засобів вимірювання. Діапазон вимірювання: -50…+200°C (значення у роботі: 60 – 105°C).

**Витрати.** Для визначення витрати і кількості рідини, газу, пари і сипучих тіл найчастіше застосовуються наступні основні методи вимірювання: змінного, постійного перепаду тиску, швидкісній, об'ємний і ваговий. В окремих випадках використовуються і інші методи вимірювання: магніто – індукційний, ультразвуковий, тепловий, силовий.

В даній роботі особливу увагу треба звернути на середню швидкість потоку речовини, що вимірюється, та фізичний стан: газоподібний чи рідкий. Це важливо при підборі приладів і ПВП, оскільки вони розраховані саме на певну швидкість і стан речовини.

Так, для вимірювання витрати пари вибрано вихровий витратомір ЭМИС – ВИХРЬ 200 – 208 – П, принцип дії якого заснований на вимірюванні частоти виникнення вихрів у газовому потоці при обтіканні нерухомого тіла. Даний прилад має високий клас точності: 1, необхідний діапазон вимірювання: Qmax=1300 м3/год (значення у роботі: 1094 м3/год) і призначений для вимірювання витрат пари.

Для вимірювання витрати спирту – готового продукту – використовується масовий витратомір Коріоліса Sitrans MassFlo, принцип дії заснований на ефекті Коріоліса – вигину U – подібної трубки внаслідок дії сили з боку рідини, що в одному випадку сприяє, а в іншому – протидіє її закручуванню. Витратомір має достатню точність вимірювання (клас точності:0.1…0.2; допустиме значення відносної похибки по витратам: 0.15%), простоту конструкції, що спрощує догляд за ним, діапазон вимірювання: 0…1.6 м3/год (для значення у роботі 1.31 м3/год).

Витратомір рідини PC – 2M – прилад для вимірювання витрати води, що подається на дефлегматор. Принцип його дії аналогічний принципу дії магніто – індукційного витратоміра Sitrans FM MAG 6000: вимірювання пропорційної значенню витрати ЕРС, яка індукується електропровідною рідиною в електроди, що контактують з нею, при проходженні нею рівномірного магнітного поля електромагніта. Клас точності приладу: 0.5…1. Діапазон вимірювання витрати: 0.1…40856 м3/год (для значення у роботі: 9, 11 м3/год).

В усіх випадках орієнтація на точність вимірювання приладу та його технічні характеристики, а не на метод вимірювання параметру, оскільки це не має принципового значення.

В якості вторинного приладу для одинадцяти контурів використовуються аналогові показуючі, реєструючи прилади A100 – H з елементами сигналізації. Ці прилади приймають уніфікований струмовий сигнал 4 – 20 мА і мають до 3-х вимірювальних каналів, тобто, мають можливість періодично реєструвати до 3-х (трьох) параметрів. Він досить широко використовується сьогодні на виробництві і для даного випадку є практично ідеальним поєднанням показуючого, реєструючого, сигналізуючого приладу (за умови необхідності неперервного контролю його необхідно використовувати лише за одним вимірювальним каналом).

**4. Спеціальне завдання: контроль якості спирту**

Спеціальне завдання в даній курсовій роботі: контроль якості спирту.

Спирт – ректифікат – готовий вихідний продукт процесу ректифікації, який має певні нормовані значення параметрів якості, встановлених законодавчо і зафіксованих у офіційних документах.

Наведемо деякі з цих параметрів та їх значення:

**Густина ρ (при tº= 20****ºC), кг/м³ 812;**

**Динамічна в’язкість ή, мПа\*с 1.20;**

**Коефіцієнт поверхневого натягу σ, Н/м 0.022;**

**Питома теплоємність С, кДж/(кг\*К) 2.39;**

**Теплота згоряння H, МДж/ кг 27;**

**Температура замерзання t (при тиску 101,3 кПа), ºC – 177;**

**Температура кипіння tк (при тиску 101,3 кПа), ºC 78.33;**

**Питома теплота пароутворення r (при тиску 101,3 кПа), кДж/ кг 925.**

У даній роботі як параметр контролю якості спирту було обрано його густину, яка має зазначене вище фіксоване значення. При цьому для контролю цього параметру необхідно підбирати вимірювальний комплект з достатньо високим класом точності, оскільки параметр контролю якості – один із найважливіших параметрів, що потребує високої точності вимірювання, і, крім того, спотворення даних, певні неточності можуть призвести до хибних висновків і порушення технологічного процесу виробництва або бракування товару.

Вимірювання густини, як і багатьох інших фізичних величин, відбувається за температури навколишнього середовища 20ºC за допомогою ручних і автоматичних густиномірів, які за принципом дії поділяються на: поплавкові (принцип дії ґрунтується на законі Архімеда), масові (в основу роботи покладено безперервне вимірювання маси певних об’ємів речовини), гідростатичні (функціональна залежність тиску стовпа рідини постійної висоти від густини цієї рідини), радіоізотопні (виявлення послаблення пучка гамма – випромінювань в результаті його розсіювання або поглинання шаром речовини), ультразвукові (залежність швидкості звуку у середовищі від його густини), вібраційні (залежність резонансних коливань речовини, що викликаються в ній, від її густини).

Радіоізотопний метод вимірювання густини є єдиним і основним у курсовому проекті. Не дивлячись на існуючу певну небезпеку використання такого методу, при дотриманні правил безпеки цей метод має ряд переваг поряд із іншими: безконтактність (немає необхідності безпосереднього контакту з вимірюваним середовищем), висока точність (у приладу, вибраному для даної роботи – це клас точності Кт = 0.1…1), надійність, можливість встановлення у важкодоступних місцях і вимірювання в агресивних, сильнов'язких, гарячих середовищах, незалежність від руху потоку речовини. Саме через високу точність цього методу, як одну з основних вимог до контролю якості, і було його обрано. Але є і недоліки: можливі негативні наслідки від неправильної експлуатації і безвідповідального відношення до джерела радіаційного випромінювання.

При радіоізотопному методі вимірювання використовуються  – чи  – випромінювання і активність джерела вибираються в кожному конкретному випадку залежно від розв'язуваного завдання. У більшості серійних радіоізотопних приладів використовуються джерела  – випромінювання (не є виключенням і обраний в даній роботі прилад). Суть методу полягає в послабленні (зменшенні інтенсивності) енергетично однорідного пучка  – променів після проходження через шар речовини товщиною  і густиною , і визначається воно наступною залежністю:

,

де  – інтенсивність **** – випромінювання на поверхні шару;  – масовий коефіцієнт послаблення пучка **** – променів.

Отже, при відомих значеннях , , ,  можна визначити густину як:

.

Як вимірювальний перетворювач обрано радіоізотопний густиномір ПР – 1027М **(його позиція на кресленні – «10а»)**, який є модифікацією ПР – 1026. На сьогодні розробляється ще одна модифікація цього приладу – 1028.

Детально радіоізотопний принцип вимірювання густини розглянемо на принципі роботи густиноміру.

Дія приладу, як зазначалося вище, заснована на явищі поглинання середовищем прямого пучка гамма – випромінювань при його проходженні через шар речовини, що вимірюється. Ступінь поглинання випромінювання залежить від густини середовища, що вимірюється.

Джерело радіоактивних випромінювань 1 (Co60, Cs) і приймач 3 розміщують по обидві сторони ємності з рідиною 2. В приймачі 3 потік гамма – променів перетворюється на електронний сигнал, що відповідає густині середовища, що вимірюється. Цей сигнал подається на підсилювальний блок 4 і потім по кабелю – на вхід електронного перетворювача 5, в якому порівнюється із сигналом, отриманим від еталонного пристрою.

Еталонний пристрій складається з компенсуючого рухомого клина 7, додаткових електронного перетворювача 9, приймача випромінювання 8, джерела випромінювання 6, і в ньому виробляється сигнал, утворений випромінюванням додаткового радіоізотопного джерела, що проходить через поглинаючий металевий клин і додатковий приймач.

Результуючий електричний сигнал, що представляє собою різницю між вимірюваним і еталонним сигналами, після підсилення приводить в дію реверсивний електродвигун 10, зв’язаний з клином 7 і плунжером індукційного датчика 11. Останній включений у вимірювальну схему вторинного вимірювального перетворювача (тут – міліамперметр Ф1730 сигналізуючий виробництва заводу «Вібратор», м. Санкт – Петербург, класом точності Кт = 0.5; **його позиція на кресленні – «10б»**).

При рівності вимірюваного і еталонного сигналів електродвигун не повертається. При зміні густини контрольованої речовини з’являється сигнал розузгодження і вмикається електродвигун. Напрямок його обертання визначається знаком сигналу розузгодження.

Електродвигун переміщує клин до тих пір, доки величина еталонного сигналу не стане рівною за величиною сигналу, що вимірюється. В цьому положенні двигун використовувати метод безпосередньої повірки, суть якого полягає в тому, що заздалегідь встановлюють необхідні значення вимірюваної величини (в нашому випадку – густини; для встановлення цих значень можна взяти речовину (рідину) із заздалегідь відомою густиною)  і порівнюють покази повірочного приладу (в нашому випадку – радіоізотопного густиноміра ПР – 1027М) і еталонного . Різниця між показами і зупиняється. Таким чином, положення клина визначає густина речовини, що вимірюється.

В той же час двигун переміщує плунжер індукційного датчика 11.

Густиномір ПР – 1027М має вихідний струмовий сигнал 0…5, 4 – 20 мА, що дає можливість під'єднати до нього в якості вторинного приладу міліамперметр Ф1730 сигналізуючий, для якого попередньо у виготовлювача замовляємо проградуювану у відповідному інтервалі шкалу. Клас точності ПР – 1027М: 0.1…1. Діапазон вимірювання густини: 500… 4000 кг/м3. Найменша абсолютна похибка: 1 кг/м3.

В якості *методу повірки* приладу доцільно буде визначати абсолютну похибку повірочного приладу. Як еталонний прилад можна взяти поточний густиномір Solartron 7835 виробництва компанії Mobrey Measurement (його клас точності менше 0.1 і приблизно рівний 0.02, що дозволяє використовувати його за таким призначенням).

*Спосіб повірки* – комплектний, тобто засіб вимірювання (густиномір ПР – 1027М) повіряється в повній комплектації його складових частин без порушення цілісності і взаємозв’язків між ними. Похибки, які при цьому отримують. Розглядають як похибки, що характерні повір очному ЗВ як єдиному цілому. ЗВ знаходиться в умовах, максимально наближених до реальних умов експлуатації, що дозволяє в ході повірки виявити характерні повір очному ЗВ недоліки: дефекти внутрішнього монтажу, несправності приладів переключення і т.д. З урахуванням простоти і достатньої достовірності результатів, комплектній повірці завжди віддають перевагу (коли це можливо).

Також як *метод повірки* можна використати метод непрямих вимірювань, який полягає в наступному: проводять прямі вимірювання кількох фізичних величин за допомогою еталонних ЗВ і отримують значення . Потім, використовуючи відому функціональну залежність f між цими величинами і величиною, яка вимірюється повірочним приладом, визначають дійсні значення величини, тобто знаходять результат непрямого вимірювання за формулою: . Метод використовується тоді, коли дійсні значення величин, вимірюваних повірочним приладом, неможливо або важко визначити або коли непрямі вимірювання більш прості чи точні. (В нашому випадку буде використовуватись функціональна залежність: , і для проведення прямих вимірювань відповідно маси і об’єму треба підібрати еталонні ваги і ЗВ об’єму.)

**5. Опис схеми автоматичного контролю**

Наведена в даній роботі схема автоматичного контролю передбачає контроль (всіх без винятку параметрів, від яких так чи інакше залежить хід та результат технологічного процесу) і сигналізацію (вибірково) наступних технологічних параметрів: температура, тиск, рівень, витрати, густина.

Перший параметр – *температура* – є дуже важливим практично для будь – якого процесу в харчовій промисловості, і процес ректифікації – не виключення. Вона контролюється в чотирьох місцях: вверху (4а) і внизу (1а) колони (первинні вимірювальні перетворювачі розміщені на колоні, а їх чутливі елементи – безпосередньо в самій колоні), на контрольній тарілці (5а) (ПВП розміщений на колоні, а його чутливий елемент – в колоні на контактному пристрої) і на трубопроводі (12а), по якому тече готовий продукт – спирт – ректифікат – після охолодження в холодильнику (ПВП розміщується на трубопроводі, а його чутливий елемент вимірює безпосередньо температуру самого спирту). В якості вимірювального комплекту використовується конфігуруємий Sitrans TF2 – вимірювальний перетворювач, до складу якого входять термометр опору Pt100 і власне сам перетворювач з дисплеєм. Спад напруги на датчику (ПВП) відповідає вимірюваній температурі, і це значення, яке залежить від значення активного опору ТО, після перетворень виводиться на дисплей вимірювального перетворювача. Позиціям з літерою «а» відповідають власне саме ТО Pt100 (1а, 4а, 5а, 12а), а з літерою «б» – вторинним показуючим пристроям (1б, 4б, 5б, 12б), якими є аналогові показуючі, реєструючі прилади з елементами сигналізації (А100 – Н виробництва ВАТ «Теплоприбор», м. Челябінськ) (на них надходить уніфікований струмовий сигнал з вимірювального перетворювача), встановлені на щиті, на якому виводиться його значення.

*Тиск* також є важливим параметром, і в даній роботі він контролюється в двох місцях: вверху і внизу колони (в кубі). ПВП тиску на схемах автоматизації не зображуються, тому на схемі лише показано місце положення чутливих елементів ПВП (вони розміщені безпосередньо за місцем: відповідно вверху – «9а», і внизу колони – «2а», чутливі елементи – всередині колони). В якості вимірювального комплекту тут використовується вимірювальний перетворювач надлишкового тиску Sitrans P серії ZD – конфігуруємий вимірювальний прилад надлишкового та абсолютного тиску, первинним вимірювальним перетворювачем якого є вимірювальна комірка з тензомодулем, спад напруги на якому відповідає значенню тиску і після перетворень виводиться на дисплей. Значення спаду напруги залежить від ступеню деформації тензомодуля. Даний перетворювач тиску Sitrans P ZD має вихідний струмовий сигнал 4 – 20 мА, що дає можливість підключити його до вище згаданого аналогового регістратора A100 – H. Йому відповідно присвоєно позиції з індексом «б»: 2б і 9б, і він може також сигналізувати вихід параметру за допустимі межі, зазначені у таблиці регульованих параметрів.

*Витрата* – параметр, від значення якого (майже безпосередньо) залежать значення інших параметрів у даній роботі, хід процесу і якість продукту. Тому забезпечення високої точності його вимірювань є практичною необхідністю. Основними технологічними потоками, витрати яких вимірюються, є: 1) пара, що подається у куб колони; 2) спирт – ректифікат, що йде на відбір; 3) епюрат, що подається в колону; 4) вода на дефлегматор. Оскільки оптимальні значення витрат цих потоків різні, то відповідно різними будуть і витратоміри для вимірювання цих значень, зокрема: 1) для вимірювання витрат спирту можна використати масовий витратомір Коріоліса Siemens Sitrans Massflo (позиція на кресленні: «5а») (принцип дії заснований на ефекті Коріоліса – вигину U – подібної трубки внаслідок дії сили з боку рідини, що в одному випадку сприяє, а в іншому – протидіє її закручуванню) з межами вимірювання: 0…1.6 м3/год; 2) для вимірювання витрат епюрату і води використовується витратомір рідини серії PC – 2M (позиція на кресленні: «7а» і «3а» відповідно) (принцип дії аналогічний принципу дії магніто – індукційного витратоміра Siemens Sitrans MAGFLO) виробництва групи компаній «Турбулентность – Дон», м. Ростов – на – Дону, з межами вимірювання: 0.1…40856 м3/год; 3) для вимірювання витрати пари використовується витратомір ЭМИС – ВИХРЬ 200 – 208 – П (позиція на кресленні: «11а») (принцип дії заснований на вимірюванні частоти утворення вихорів, що виникають у потоці пари при обтіканні нерухомого тіла) виробництва «Торгово – промышленной ассоциации «ПромПрибор Сервис», м. Білгород, з діапазоном вимірювання: 0…1300 м3/год. Усі зазначені прилади мають вихідний струмовий сигнал 4 – 20 мА, тобто, їх можна підключити до регістратора A100 – H. Необхідності у сигналізації даних параметрів нема.

*Рівень* є другорядним параметром у даній роботі, проте також потребує забезпечення вимірювання і контролю. Він вимірюється у так званому збірнику епюрату, який відіграє роль своєрідного акумулятора сировини – епюрату, що потребує подальшої обробки. У випадку несправності певної ділянки виробництва до збірника ректифікаційна колона і наступні дільниці мають можливість продовжувати роботу за рахунок «закумульованої» сировини. В якості вимірювального приладу використовується ультразвуковий рівнемір Siemens Sitrans Probe LU (його позиція на кресленні: «8а»), принцип дії якого заснований на вимірюванні часового запізнення прийнятої відбитої хвилі відносно випроміненої (швидкість поширення звукової хвилі у середовищі є величиною постійною для кожного окремо взятого середовища, а тому час запізнення залежить лише від відстані між сенсором і вимірюваним середовищем). Аналогічно попереднім приладам, Sitrans Probe LU має вихідний струмовий сигнал 4 – 20 мА, і його можна підключити до вторинного реєструючого приладу.

*Густина* та її вимірювання детально розглянуті в пункті «Спеціальне завдання».

Отже, загальна кількість контурів у роботі – 12 (за кількістю окремих параметрів параметрів). З них: половина є контурами контролю і сигналізації, кожен із яких має власні індикатори виходу значення параметрів за допустимі межі і єдину на всіх звукову сигналізацію (контури вимірювання, реєстрації і сигналізації: тисків уверху і внизу колони, температури у кубі колони і над верхньою тарілкою, густини спирту на виході з колони і рівня епюрату в збірнику), інша половина – контурами просто контролю (контури вимірювання і реєстрації температури на контрольній тарілці і спирту після холодильника, всіх витрат: спирту – на відбір, пари – у куб колони, епюрату – на «живлення» колони, води – на дефлегматор). Кожний контур включає в себе послідовність із датчика параметру, що вимірюється, ліній передачі і обробки сигналу, вторинного показуючого пристрою (в деяких випадках ПВП об’єднаний із перетворювачем сигналу, який за місцем одночасно виводить значення параметру на екран і передає це значення на пристрої на щиті).

Контурів однотипних параметрів 5 (за кількістю однотипних параметрів: тиск, температура, рівень, густина, витрати). В цих контурах здебільшого використовуються однотипні ПВП, вторинні прилади (або вимірювальні перетворювачі як сукупність ПВП і перетворювача). Це стосується контурів температури, тиску. Параметри густина і рівень контролюються лише у двох місцях відповідно, тобто, контури цих параметрів одне значення параметру (одне місце вимірювання). Для контуру вимірювання витрати ПВП (або перетворювачі) є різнотипними, що пов’язано з фізичними особливостями вимірюваного середовища. Для всіх контурів, крім густини, в якості вторинного приладу використовується аналоговий показуючий, реєструючий прилад, технічні характеристики якого подані у специфікації.

Крім того, три параметри є періодично контролюємими: температура над верхньою тарілкою колони і в кубі, рівень у збірнику епюрата, що передбачає відсутність необхідності їх постійного контролю, можливість об'єднання кількох (двох) величин на одному реєструючому пристрої, а також їх періодичний контроль технологами виробництва або спеціальними службами.

Всі контури і прилади об'єднані в єдину функціональну схему, що забезпечує нормальне функціонування виробництва і сталість процесу.

**Висновки**

Розроблена схема автоматичного контролю і сигналізації цілком відповідає сучасним вимогам автоматизації виробництва в цілому і спиртового зокрема. У роботі враховано сумісність первинних вимірювальних перетворювачів і вторинних показуючих приладів, їх технічні характеристики у відповідності з поставленими задачами і вимогами, забезпечення єдності приладів і вимірювань, їх об'єднання у єдину функціональну схему, що забезпечує комплексне вимірювання всіх важливих параметрів, їх контроль, підтримання сталості виробничого процесу, високої якості вихідного продукту.

Це все дає можливість підвищити ефективність роботи заданої дільниці спиртового виробництва за рахунок залучення у розробці сучасних ЗВ, вимірювальних комплектів з високою точністю, які, крім того, дають змогу контролювати і визначати з досить високою точністю визначати значення параметрів, що значно полегшує роботу технолога, і виробляти якісну продукцію з найменшими втратами, що є дуже важливим у виробництві.

**Список літератури**

1. Цыганков П.С. Ректификационые установки спиртовой промышленности. – М. «Легкая и пищевая пром – сть», 1984. – 336,

2. Ладанюк А.П., Трегуб В.Г., Ельперін І. В., Цюцюра В.Д. Автоматизація технологічних процесів і виробництв харчової промисловості. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.

1. Цыганков С.П., Цыганков П.С. Руководство по ректификации спирта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 400 с.
2. Рішан О.Й. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: Курс лекцій для студентів спеціальностей: 7.092501 «Автоматизоване управління технологічними процесами» та 7.092502 «Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва» ден. та заочн. форм. навчан. – К.: НУХТ, 2007. –162 с.

5. Метрологія, технологічні вимірювання та прилади: Метод.вказівки до вик. курс. проекту для студ. спец. 7.092501 «Автоматизоване управління технологічними процесами» та 7.092502 «Комп’ютерно-інтегровані технологічні процеси та виробництва» ден. та заоч. форм навчання /Уклад.: К.С. Архангельська, О.Й.Рішан. – К.: НУХТ, 2005. – с.

6. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств. Учебник для вузов. Изд. 2 – е, перераб. и доп. М., «Машиностроение», 1974, 464 с.

Размещено на Allbest.ru