

УДК 541.128: 54.07: 542.2

ПИЛОТНАЯ УСТАНОВКА С СЕКЦИОННОЙ ПОДАЧЕЙ ЖИДКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО АЗОТА

Т.М. Нагиев^{1,2}, Н.И. Али-заде¹, Л.М. Гасanova¹, И.Т. Нагиева², Ч.А.Мустафаева¹,
Н.Н. Меликова¹, А.А. Абдуллаева¹, Э.С. Бахрамов¹

¹Институт Катализа и Неорганической Химии им. акад. М. Нагиева

Национальной АН Азербайджана

AZ 1143 Баку, пр.Г.Джавида, 113 e-mail:tnagiev@azeurotel.com

²Бакинский Государственный Университет

AZ 1148 Баку, ул. З.Халилова, 23; e-mail: info@bsu.az

Поступила в редакцию 26.04.2018

Аналитический разбор методов связывания азота позволяет сделать вывод, что все существующие в настоящее время методы имеют ряд присущих каждому методу недостатков и поэтому продолжаются поиски новых методов фиксации молекулярного азота. Разработана конструкция проточного реактора идеального вытеснения с секционной подачей жидкого реагента, осуществляющей помошью автоматической системы дозирования. Применение автоматического импульсного принципа дозирования обеспечивает линейность характеристик, удобство учета количества протекающих жидкостей и контроль надежности. Это позволяет создавать унифицированные системы, которые значительно повышают точность управления материальными потоками. В тоже время эти системы более просты, дешевы и надежны по сравнению с обычными системами регулирования расхода жидкых реагентов. Такая секционная подача жидкого реагента позволяет оптимизировать как реактор, так и установку в целом по максимальному выходу целевого продукта, уменьшить потери исходного сырья и выравнить температурное поле в реакционной зоне.

Ключевые слова: пилотная установка, проточный реактор, секционная подача, жидкий реагент

ВВЕДЕНИЕ

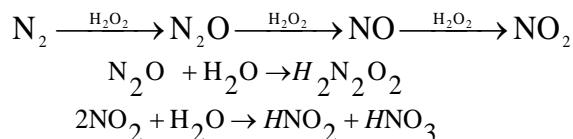
Окислительная фиксация молекулярного азота в его моно- и другие оксиды является более простым и прямым методом получения азотных удобрений. Поэтому, наряду с совершенствованием производства синтетического аммиака, разрабатываются методы окислительной фиксации молекулярного азота, что приводит к созданию новой технологии получения азотных кислот и на их основе азотных удобрений. Использование принципа сопряжения в реакции окисления азота пероксидом водорода позволило совершенно новым путём осуществить фиксацию азота в основном в виде N_2O других оксидов, а также азотсодержащих кислот. С целью реализации такого процесса сконструирована пилотная установка с секционной подачей

жидких реагентов в реактор проточного типа.

Существующие в настоящее время системы дозирования жидкого реагента в реакторе проточного типа обладают рядом известных недостатков, от которых, как будет показано ниже, свободна предлагаемая нами система дозирования (рис.).

Применение секционной подачи жидкого реагента в реакционную зону с помощью автоматической системы дозирования в процессе окислительной фиксации молекулярного азота обеспечит равномерное распространение пероксида водорода и водяного пара по длине реактора. Это создаёт условие для доокисления низковалентного оксида азота до NO_2 и увеличить время контактирования его с водой, что способствует повышению концентрации

азотных кислот в водном растворе на выходе из реактора.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В реакторе 1, изготовленном из нержавеющей стали и покрытом изнутри материалом, инертным по отношению к реакционной среде, установлен нагреватель 2. По длине реактора размещены шесть термопарных карманов 3-8, обеспечивающих контроль температуры в каждой из шести секций. В верхнюю часть реактора подается газообразное вещество, предварительно подогреваемое нагревателем 9, который управляет термопарой 10, установленной у входа в реактор. Жидкий реагент подается непосредственно в реакционную зону по шести соплам 11-16, расположенным по длине реактора. Такая секционная подача жидкого реагента позволяет оптимизировать как реактор, так и установку в целом по максимальному выходу целевого продукта, уменьшить потери исходного сырья и выравнить температурное поле в реакционной зоне. Отбор жидкого реагента из резервуара 29 и подача его через нагреватели 17-22 в реактор осуществляется шестью дозаторами 23-28. Сразу после выхода из реактора реакционная смесь попадает в холодильник 32, где наряду с охлаждением происходит разделение газообразных продуктов реакции, поступающих в приемник 33, от жидких, поступающих в 34.

Автоматическая система подачи с целью обеспечения требуемой точности и надежности во времени в условиях пожаро-взрывопасности выполнена на базе универсальной системы элементов промышленной пневмоавтоматики УСЭППА [1]. По принципу работы система дозирования жидкого реагента сочетает в себе амплитудно-

импульсный принцип дозирования с частотно-импульсным, т.е. позволяет регулировать величину дозы жидкого реагента с одновременным изменением частоты дозирования [2].

Генератор автоматических импульсов 30 построен по схеме двух регулируемых сопротивлений. Наличие переменной емкости генератора позволяет плавно и с высокой точностью устанавливать частоту следования импульсов в пределах от 0.5 до 3.0 Гц. Управлять частотой дозирования можно по шкале при помощи кнопок, могущих изменять рабочий объем V_p в емкости.

Управляющие импульсы генератора 30 поступают одновременно в блок коммутации 31, в четырехконтактный пережимный клапан, выполняющий функции всасывающего и нагнетательного клапанов в гидравлической линии подачи жидкого реагента к нагревателям. В разработке предусмотрена возможность с помощью задатчика и вентиля по манометру осуществлять дополнительную регулировку давления в линиях до величины, необходимой для нормальной работы дозирующих элементов 23-28. Дозирующие элементы ШД-44 и ШД-45 построены на базе медицинских стеклянных шприцев емкостью 10 мл с сильфонным приводом по схеме двухполупериодного дозирования, работающих в противотакт, т. е. в момент паузы, когда давление $P_0=0$, с помощью инвертора блока 31 осуществляется продолжение подачи жидкого реагента по второму шприц-дозатору ШД-45, в каждую из шести секций реактора независимо друг от друга.

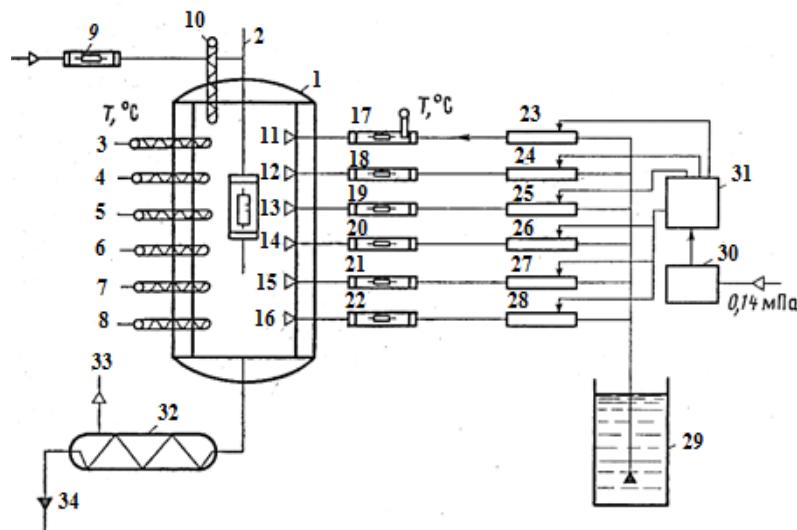


Рис. Кинетическая установка с секционной подачей жидкых реагентов

Таким образом, достигается непрерывность подачи жидкого реагента в реактор. Время запаздывания между сменой тактов незначительно (порядка 10-1 с), что практически не оказывается на непрерывности подачи жидкого реагента. Диапазон дозирования шприц-дозаторов ШД-44 и ШД-45 в пределах 0.25-5.0 мл/с.

Все узлы, соприкасающиеся с перекачиваемым жидким реагентом, выполнены из материалов, инертных по отношению к нему: стекла, нержавеющей стали НХТЮ, фторопластика и силиконовой резины.

Питание автоматической системы импульсного дозирования осуществляется

от источника сжатого воздуха с давлением 0.14 (1.4) МПа ($\text{кгс}/\text{см}^2$). Надо отметить, что пневматическая система дозирования жидких реагентов в принципе может быть применена и на установках с высоким давлением

В процессе эксплуатации кинетической установки с секционной подачей реагента установлена высокая работоспособность, простота настройки, регулировки и ремонтопригодности. Эксплуатация автоматической системы не требует специальной подготовки обслуживающего персонала

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/18/4.

ЛИТЕРАТУРА

- Беренкс Т.К., Ефремова Т.К., Гачаевская А.А. Элементы и схемы пневмоавтоматики. М.: Машиностроение, 1968, 312 с.
- Гуревич А.А., Соколов М.В. Импульсные системы автоматического дозирования агрессивных жидкостей. М.: Энергия, 1973, 210 с

REFERENCES

- Berends T.K., Efremova T.K., Gachaevskaia A.A. Elements and diagrams of pneumatic automation. Moscow: Mashinostroenie Publ., 1968, 312 p.
- Gurevich A.A., Sokolov M.V. Impulse systems of automatic metering of aggressive liquids. Moscow: Energiya Publ., 1973, 210 p.

**THE PILOT PLANT WITH SECTIONAL SUPPLY OF LIQUID REAGENTS FOR
THE PROCESS OF MOLECULAR NITROGEN OXIDATIVE FIXATION**

^{1,2}T.M. Nagiev, ¹N.I. Ali-zadeh, ¹L.M. Gasanova, ¹I.T. Nagieva, ¹Ch.A. Mustafaeva,
¹N.N. Malikova, ¹A.A. Abdullaeva, ¹E.S. Bahramov

Institute of Catalysis and Inorganic Chemistry named after Acad.M.Nagiyev
H.Javid ave., 113, Baku AZ 1143, Azerbaijan Republic; e-mail: tnagiev@azeurotel.com
Baku State University
Z.Xalilov str., 23, Baku AZ 1148, Azerbaijan Republic : e-mail: info@bsu.az

The analytical analysis of nitrogen fixation methods makes it possible to infer that all currently existing techniques are notable for certain shortcomings. Therefore, underway are the development of new methods of molecular nitrogen fixation. A design of flow reactor of ideal displacement with sectional supply of liquid reagent carried out with an automatic dosing system has been developed. The use of automatic pulse principle of dosing provides the linearity of characteristics, convenience of accounting for the quantity of flowing liquids and the control of reliability. This allows creating unified systems that significantly improve the control accuracy of material flows. At the same time, these systems are simpler, cheaper and more reliable as compared to conventional systems for regulating the expenditure of initial liquid reagents. Such a sectional delivery of liquid reagent makes it possible to optimize both the reactor and the facility as a whole for maximum yield of target product, reduce feed stock losses and equalize the temperature field in the reaction zone.

Keywords: pilot facility, flow reactor, sectional delivery, liquid reagent

**MOLEKULYAR AZOTUN HİDROGEN PEROKSİDLƏ OKSİDLƏŞDİRİCİ
FIKSASIYASI ÜÇÜN MAYE REAGENTLƏRİN SEKSİYALARLA
VERİLMƏSİNİ TƏMİN EDƏN PİLOT QURĞU**

^{1,2} T.M. Nağıyev, ¹N.İ. Əli-zadə, ¹L.M. Həsənova, ¹İ.T. Nağıyeva,
¹Ç.Ə. Mustafayeva, ¹N.N. Məlikova, ¹A.Ə. Abdullayeva, ¹E.S. Bəhramov

AMEA-nin akad. M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu
AZ 1143, Bakı, H.Cavid pr., 113; e-mail: tnagiev@azeurotel.com
Bakı Dövlət Universiteti
AZ 1148 Bakı, Z.Xəlilov küç., 23; e-mail: info@bsu.az

Maye reagentlərin avtomatik sistem vasitəsi ilə seksiyalarla verilməsini təmin edən ideal sixşdırılma tipli axınlı reactor işlənib hazırlanmışdır. Avtomatik impulslu dozalarla verilmə sisteminin tətbiqi axıdılan mayenin miqdarının xarakterik olaraq xətti dəyişilməsini və düzgün nəzarətini təmin edir. Belə bir vahid sisteminin yaradılması maye axınların dəqiq idarə olunmasını təmin edir. Eyni zamanda belə sistemlər ilkin maye reagentlərin sərfini tənzimləyən adı sistemlərdən fərqli olaraq daha sadə, ucuz və etibarlıdır.

Açar sözlər: pilot qurğu, axınlı reactor, maye reagent