

УДК 661.566.097.3; 669.23

Кузнецов М.В., д.х.н., главный научный сотрудник
ФГБУ ВНИИ по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных
ситуаций (федеральный центр науки и высоких технологий) МЧС России

Kuznetsov MV, D. Sci. (Chemistry), Principal Researcher
All-Russian Research Institute on Problems of Civil Defense and Emergencies of
Emergency Control Ministry of Russia (EMERCOM)

**УЛУЧШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ПРОИЗВОДСТВ АЗОТНОЙ И СЕРНОЙ КИСЛОТ ЗА СЧЕТ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕКЛОВОЛОКНИСТЫХ ТКАНЫХ
КАТАЛИЗАТОРОВ**

**IMPROVING THE ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF NITRIC AND
SULFURIC ACID PRODUCTION THROUGH THE USE OF
FIBERGLASS WOVEN CATALYSTS**

Основой предлагаемого технологического подхода является использование катализаторов, сформированных на основе стекловолокнистых аморфных матриц. Матрицы легируются металлами и оформляются в виде изделий с различным типом тканой структуры. Эти катализаторы обладают по сравнению с традиционными каталитическими материалами высокой эффективностью, в том числе в контактных стадиях производства азотной и серной кислот. В общем виде стекловолокнистые тканые катализаторы (или СВТК-элементы) представляют собой изделия, сотканые из силикатных и аморфных по фазовому состоянию стекловолокон (содержание SiO_2 55-98% масс.), а также алюмо-боросиликатных волокон в форме полотнищ или сеток, активированных каталитическими компонентами из ряда металлов (Pt, Pd, Ag, Cr, Ni, Mn, Co и др.).

Достигнутая селективность СВТК-систем сравнима с активностью платиноидных металлических сеток (порядка 95%), а их ресурсная термостойкость составляет порядка 850⁰С, что допускает реализацию СВК-пакетов в реакторах конверсии аммиака как в форме комбинированной с платиноидным пакетом схемы, так и в виде самостоятельной конструкции. Однако использование СВК даже в комбинации с платиноидными сетками позволяет сократить массу платиноидов в каталитическом пакете реактора на 20-50% и в 2 раза уменьшить их потери (0.06 г платины на тонну выработанной кислоты в сравнении со штатным показателем – 0.12 г). Данная структура

катализаторного пакета реализуется в промышленных реакторах некоторых российских предприятий, производящих азотную кислоту.

В производстве серной кислоты СВТК-элементы, легированные платиной порядка 0.05% масс, обладают активностью, существенно превосходящей уровень, соответствующий традиционно принятым в этом процессе ванадиевым каталитическим системам. Перевод сернокислотных производств на СВК-системы позволит снизить контактные температуры на 40-60⁰С, что, в свою очередь, приведет к увеличению конверсии диоксида серы и снижению ее содержания в газовых выбросах, то есть позволит решить одну из наиболее важных экологических проблем технологии серной кислоты. Тесты различных образцов СВК в реакции окисления диоксида серы показали, что эти каталитические материалы представляют собой альтернативу традиционным ванадиевым катализаторам по целому ряду параметров.

Тесты были проведены стандартными методами оценки каталитической активности для конверсии диоксида серы с реализацией в опытах следующих условий: содержание платины в СВТК – 0.05-0.2 % масс.; концентрация SO₂ в реакционном потоке – 10% об.; температура потока на входе – 350-500⁰С. В проведенном цикле экспериментов было установлено, что СВТК обладают лучшими показателями каталитической активности из всех известных промышленных катализаторов, в частности, производимых фирмами: Monsanto – США (LR-120, LP-110), BASF – Германия (04-110, 04-111), Haldor Topsoe - Дания (VK-38, VK-48), Catalyst Chemical Europe (C-116-3 и др.). СВТК характеризуются: высокой активностью (особенно при низких температурах – сравнительные тесты при температурах 420 и 485⁰С), низкой температурой «зажигания» процесса (350-380⁰С), существенно более высокой по сравнению с ванадиевыми катализаторами термостабильностью – 800-850⁰С (этот фактор особенно важен для производств серной кислоты на предприятиях цветной металлургии). Испытания стеклотканых катализаторов на ресурс проведены путем закладки образцов СВТК непосредственно в слой гранулированного ванадиевого катализатора в действующем промышленном реакторе. Установлено, что в ходе годового пробега образцы не потеряли каталитической активности (в отличие от собственно ванадиевых катализаторов) и не подверглись механическому разрушению.

Были также проведены пилотные испытания на модельном реакторе диаметром 300 мм, подключенном в параллель четвертой полке промышленного реактора второй ступени, т.е. в условиях, максимально приближенных к производственным. Параметры испытаний: концентрация диоксида серы в реакционном потоке – 9% об., температура на входе в каталитический слой – 380-450⁰С, содержание платины в образцах СВТК – 0.10-0.15% масс., число слоев в катализаторном пакете СВТК – 20-60 (общая высота кассеты – 15-50 мм), линейная скорость потока – 0.13 м/сек.

Преимущества СВТК в сравнении с ванадиевым катализатором: время контакта сокращено на порядок; высота слоя загрузки уменьшено в 20-30 раз. Очевидно, что кассетный дизайн СВТК обеспечивает значительные преимущества при эксплуатации реактора. Экономическая оценка показывает, что стоимость пакета СВТК будет на 20-50% ниже, чем стоимость загрузки реактора традиционными ванадиевыми катализаторами.