Калимуллин, Ильдар Рамилевич. Очистка водородсодержащих газов от диоксида углерода в аппаратах с прямоточно-вихревыми контактными устройствами с односторонней сепарацией жидкости : диссертация ... кандидата технических наук : 05.17.08 / Калимуллин Ильдар Рамилевич; [Место защиты: Казан. гос. технол. ун-т].- Казань, 2010.- 136 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/18

КАЛИМУЛЛИН ИЛЬДАР РАМИЛЕВИЧ

ОЧИСТКА ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ ОТ ДИОКСИДА

УГЛЕРОДА В АППАРАТАХ С ПРЯМОТОЧНО-ВИХРЕВЫМИ

КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ С ОДНОСТОРОННЕЙ

СЕПАРАЦИЕЙ ЖИДКОСТИ

05.17.08-Процессы и аппараты химических технологий

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор Николаев Н.А.

Казань - 2010

Содержание

ВВЕДЕНИЕ 4

1. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОРОДА 8

1.1 Методы производства и составы водородсодержащих газов 8

1.2 Обзор существующих аппаратов для очистки

водородсодержащих газов 17

1.3 Аппараты вихревого типа для очистки газов 26

1.4 Постановка задачи исследования 39

2. ДИНАМИКА ГАЗА И ЖИДКОСТИ В КОЛОННЫХ АППАРАТАХ С ПРЯМОТОЧНО-ВИХРЕВЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ... 41

2.1 Динамика газового закрученного потока 41

2.2 Закономерности движения жидкой фазы в вихревом

контактном устройстве 47

2.3 Экспериментальное исследование работы прямоточно¬

вихревого контактного устройства с односторонней сепарацией жидкости 56

2.4 Определение действительной высоты слоя жидкости на

ступени аппарата с прямоточно-вихревыми контактными элементами 62

3. МАССООБМЕН В АППАРАТАХ С ПРЯМОТОЧНО¬ВИХРЕВЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ 68

3.1 Закономерности массопереноса между газом и пленкой

жидкости 68

3.2 Методика расчета процесса физической сорбции в

прямоточно-вихревом контактном устройстве 73

3.3 Расчет эффективности работы контактной ступени с

прямоточно-вихревыми контактными устройствами 77

3.4 Влияние градиента уровня жидкости на тарелке на

эффективность работы контактной ступени с прямоточно-вихревыми контактными устройствами 85

4. ХИМИЧЕСКАЯ СОРБЦИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ИЗ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ'

з

4.1 Кинетические закономерности процесса химической

сорбции 91

4.2 Расчет эффективности хемосорбционной очистки

водородсодержащих газов от диоксида углерода 102

5. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТОВ С ПРЯМОТОЧНО-ВИХРЕВЫМИ КОНТАКТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГАЗОВ 105

5.1 Промышленное применение аппаратов с прямоточно¬вихревыми контактными устройствами 105

5.2 Технико-экономический анализ применения аппаратов с

прямоточно-вихревыми контактными устройствами для разделения водородсодержащих газов 112

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ 117

Библиографический список 121

1. Сравнительный анализ методов и аппаратурного оформления процессов очистки водородсодержащих газов от диоксида углерода выявил целесообразность использования для поглощения СОг аппаратов с прямоточно-вихревыми контактными устройствами и абсорбентов на основе метилдиэтаноламина.
2. Разработаны и защищены патентами Российской Федерации на полезные модели конструкции прямоточно-вихревых контактных устройств для очистки водородсодержащих газов от диоксида углерода. Предложенные конструкции приняты к внедрению на ООО «ПромКомплект» г. Нижнекамск.
3. В результате экспериментальных и численных исследований получены зависимости скорости жидкости в сепарационных отверстиях ПВКУ от скорости несущего газового потока, величины удельной нагрузки по фазам и конструктивного исполнения отверстий.
4. Установлены основные технологические и конструктивные параметры, влияющие на скорость течения и изменение высоты слоя жидкости на тарелке многоступенчатого массообменного аппарата с предложенными прямоточно-вихревыми контактными устройствами,
5. Разработано математическое описание процесса поглощения диоксида углерода из водородсодержащих газов водным раствором метилдиэтаноламина, установлены зависимости эффективности поглощения СОг от величины удельного орошения и общего давления в системе.
6. Получены зависимости эффективности массообмена в аппаратах с

прямоточно-вихревыми контактными устройствами, показано, что

использование предложенных контактных устройств позволяет повысить эффективность работы ступени на 20% по сравнению с использованием ПВКУ других конструкций.

1. На созданной автором экспериментальной установке проведена серия исследований поглощения диоксида углерода из газовоздушной смеси водным раствором метилдиэтаноламина в предложенном прямоточно­вихревом контактном устройстве. Исследования показали линейный характер