

УДК 661.25

ББК 35.

Халитов Р. А.

Технология регенерации отработанных кислот в вихревых аппаратах : монография / Р. А. Халитов, А. Ф. Махоткин; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2015. – 384 с.

ISBN 978-5-7882-1757-4

Рассмотрены научно-технические основы нового аппаратного оформления промышленных способов и технологии регенерации отработанных кислот в производстве нитратов целлюлозы. Описаны эффективные способы интенсификации процессов: денитрации отработанных кислот, абсорбции оксидов азота, малоотходного концентрирования отработанной серной кислоты и очистки отходящих газов. Приведено описание принципиально новых аппаратов.

Предназначена для студентов, аспирантов, научных сотрудников и инженеров, работающих в области производства нитратов целлюлозы и других нитросоединений.

Подготовлена на кафедре «Оборудование химических заводов».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. КНИТУ им. А.Н. Туполева
Э. Р. Галимов
д-р техн. наук, гл. специалист ФКП «КТКПЗ»
Е. Л. Матухин

ISBN 978-5-7882-1757-4

© Халитов Р. А., Махоткин А. Ф., 2015

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕНИТРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ КИСЛОТ.....	10
1.1. Описание технологического процесса регенерации отработанных кислотных смесей.....	10
1.2. Анализ физико-химических основ и аппаратур- ного оформления процесса денитрации отработанных кислот и разработка путей интенсификации.....	15
1.3. Разработка и исследование вихревой колонны денитрации отработанных кислот.....	41
1.3.1. Исследование первой по ходу газа вихревой контактной ступени колонны денитрации отра- ботанных кислот.....	66
1.3.2. Исследование гидродинамических и массо- обменных характеристик второй и последующих по ходу газа вихревых контактных ступеней (ВКС) колонны денитрации отработанных кислот.....	74
1.4. Разработка вихревой ферросилидовой колон- ны денитрации отработанных кислот и результаты опытно-промышленных испытаний.....	81
1.5. Разработка вихревой фторопластовой колонны денитрации отработанных кислот.....	88
1.6. Холодильник – конденсатор 98% азотной кислоты с фторопластовыми охлаждающими эле- ментами.....	91
2. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ АБСОРБ- ЦИИ И КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ОТ СМЕСИ ПАРОВ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ И ОКСИДОВ АЗОТА.....	97

2.1. Определение путей интенсификации абсорбции нитрозных газов стадии денитрации отработанных кислот.....	97
2.2. Разработка вихревого абсорбера нитрозных газов, работающего под повышенным давлением.....	130
2.3. Селективное каталитическое восстановление оксидов азота аммиаком.....	137
2.3.1. Теоретические основы минимизации затрат на каталитическую очистку отходящих газов.....	171
2.3.2. Разработка промышленного реактора каталитического восстановления оксидов азота и анализ результатов его внедрения в производство.....	182
3. РАЗРАБОТКА МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ.....	192
3.1. Анализ известных конструкций концентраторов серной кислоты и разработка способа сокращения локальных перегревов кислоты на первой ступени контакта фаз.....	192
3.2. Основы малоотходной абсорбции паров серной кислоты на второй и последующих ступенях контакта фаз концентратора.....	225
3.3. Разработка и исследование гидродинамических и тепломассообменных характеристик первой по ходу газа ступени вихревой колонны.....	246
3.4. Разработка и исследование вихревых ферросилидовых ступеней колонны.....	261
3.5. Разработка конструкции промышленной вихревой колонны для малоотходного концентрирования серной кислоты.....	274
3.6. Техническая характеристика вихревой колонны.....	288

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ В ВИХРЕВОЙ ФЕРРОСИЛИДОВОЙ КОЛОННЕ.....	290
4.1. Описание малоотходного технологического процесса концентрирования серной кислоты в вихревой ферросилидовой колонне.....	290
4.2. Результаты промышленных испытаний малоотходной технологии концентрирования серной кислоты в вихревой ферросилидовой колонне.....	298
4.3. Устройство и принцип работы брызгоуловителя.....	321
4.4. Устройство и принцип работы брызгоуловителей с рукавными фильтрующими элементами.....	325
4.5. Устройство и принцип работы смесительного воздухонагревателя.....	330
4.6. Устройство и принцип работы первичного холодильника серной кислоты.....	336
4.7. Устройство и принцип работы холодильника серной кислоты с фторопластовыми охлаждающими элементами.....	340
5. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ КИСЛОТ В ВИХРЕВЫХ АППАРАТАХ.....	347
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	353
ЛИТЕРАТУРА.....	355