

Краткое изложение содержания работы.

Начиная с 2001 года, в АО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова, входящим в состав группы предприятий АО «Апатит», была разработана, защищена патентами и усовершенствована отечественная интенсивная



энергосберегающая и экологически безопасная технология серной кислоты из серы по методу ДК-ДА. (патент РФ № 2201393 от 18.09.2001 г.; евразийский патент № 028058 от 10.13.2017 г.).

По исходным данным АО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова в период с 2001 по 2023 годы на предприятиях АО «Апатит» в РФ и в странах СНГ были запроектированы, построены и введены в эксплуатацию сернокислотные системы отечественной разработки с большой единичной мощностью (от 600 до 1100 тыс. тонн в год).

Накопленный опыт эксплуатации построенных по запатентованной технологии сернокислотных систем и получаемые фактические показатели по удельному расходу ресурсов, выработке пара энергетических параметров и выбросов загрязняющих веществ показали высокую конкурентоспособность технологии относительно технологий ведущих зарубежных инжиниринговых компаний (MECS, США; Ballestra, Италия; Outotec, Германия; Lavalin, Канада и др.) и соответствие показателями наилучших доступных технологий как в РФ, так и в сравнении с данными европейских справочников ВАТ.



Начиная с 2018 года, на предприятиях АО «Апатит» возникла потребность в строительстве сернокислотных систем значительно большей мощности - более 1,0 миллиона тонн H_2SO_4 в год.

Инжиниринговые услуги по строительству таких мощных сернокислотных систем предлагали только зарубежные компании – MECS, США; Ballestra, Италия;

Outotec, Германия; Lavalin, Канада и др. Для достижения проектных технологических показателей, в технические решения зарубежных компаний закладывалось использование основного и вспомогательного оборудования зарубежных производителей, катализаторов зарубежного производства.

Это создавало зависимость предприятий от импорта оборудования и материалов как в период строительства, так и эксплуатации, и технического обслуживания сернокислотных систем. Положение усугублялось достаточно ограниченным кругом зарубежных производителей оборудования большой единичной мощности, которое отличалось большими габаритами и массой, что требовало особых транспортных средств и условий для доставки такого оборудования от производителя до производства и его монтажа.

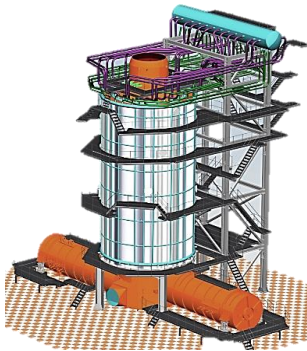
В рамках иницируемой руководством страны задачи по импортозамещению, АО НИУИФ им. проф. Я.В. Самойлова, опираясь на накопленный опыт строительства и эксплуатации отечественной технологии серной кислоты, разработало полный пакет технологической (или технической), проектной и конструкторской документации на строительство для Заказчика - АО «Апатит» первой отечественной сернокислотной системы мега мощностью (1,1 млн. тонн H_2SO_4 в год; 3300 тонн H_2SO_4 в сутки).



Сернокислотная система мощностью 1,1 млн. тонн H_2SO_4 в год

Отличительными особенностями этой технологии являлось максимальное базирование на оборудовании российского производства, показавшего надежность и высокие технологические показатели на действующих сернокислотных системах.

Во взаимодействии с ведущими российскими производителями оборудования, в частности, с производителем энерготехнологического котла-



Котел производства
ЗАО «Белэнергомаш»

утилизатора большой единичной мощности, ЗАО «БЕЛЭНЕРГОМАШ», г. Белгород, производителем контактного аппарата и газовых теплообменников, АО «Завком», г. Тамбов и других российских производителей сернокислотного оборудования и материалов, в 2020 году на предприятии АО «Апатит», Череповецкий комплекс была разработана в полном объеме проектная и конструкторская

документация, осуществлено строительство и запуск в эксплуатацию первой мегамощной отечественной энергосберегающей, экологически безопасной сернокислотной системы, обеспечивающей производительность 1,1 млн. т. H_2SO_4 в год.

Опыт эксплуатации новой сернокислотной системы показал, что достигнутые показатели её работы соответствуют показателям наилучших доступных технологий ИТС 2-2019 «Производство неорганических кислот, аммиака и минеральных удобрений».

Для разработки мегамощной российской технологии серной кислоты был использован большой накопленный научный и проектный опыт НИУИФ им. проф. Я В. Самойлова с применением современных систем трехмерного проектирования и цифровых моделей.

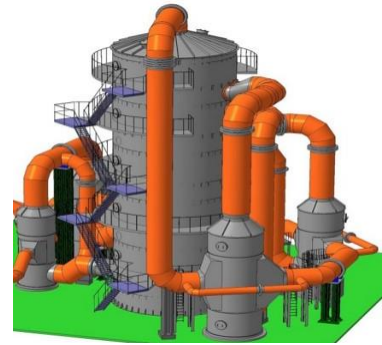
В результате тесной связки специалистов компании АО «Апатит» со специалистами АО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова отечественная технология серной кислоты большой мощности была успешно реализована.

Применение метода 3D проектирования обеспечило неоспоримые преимущества от ранее применявшихся методов 2D проектирования:

- четкая и точная трехмерная визуализация объекта строительства, позволила в кратчайшие сроки проводить согласование и принятие технических решений с Заказчиком и Подрядчиком строительно-монтажных работ;

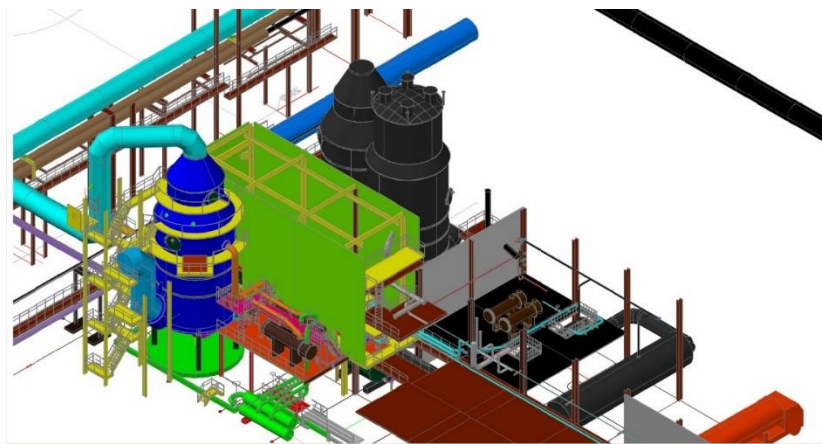
- параллельное проектирование, что позволило проектировщикам различных специализаций обмениваться информацией и моделями в режиме реального времени, тем самым сокращая сроки согласования и выпуска документации

- отображение полного представления объекта, оценка нестыковок, исключение коллизий на этапе проектирования



3D-модель контактного отделения

- повышение качества проектов, тем самым сокращение сроков строительства



3D-модель сернокислотной системы

Разработанная в АО «НИУИФ» сернокислотная система мощностью 1,1 млн. т. H_2SO_4 /год включает в себя надёжное и эффективное оборудование с использованием материалов и сталей, широко применяющихся в отечественной сернокислотной промышленности.

Запатентованная технологическая схема производства серной кислоты имеет положительные отличия от типовых современных технологических схем и обладает наиболее высокой технологической надёжностью её эксплуатации.

Основное положительное отличие разработанной технологической схемы сернокислотной системы от типовых современных схем заключается в том, что её применение позволяет упростить тепловую схему котла-утилизатора, предназначенного для утилизации выделяющегося в схеме тепла, и обеспечить

высокую надёжность ведения процесса получения серной кислоты в широком диапазоне рабочих параметров работы оборудования.

Параметры работы оборудования в разработанной технологии сернокислотной системы таковы, что возможно применение обычных, широко применяемых в промышленности материалов и сталей. В данной технологической схеме не требуется применение дорогостоящих сплавов и сложных систем противокоррозионной защиты оборудования.



Энерготехнологический котла-утилизатор типа РКС

Главным отличием отечественной технологической схемы ДК-ДА на сере от действующих зарубежных схем является использование нового водотрубного энерготехнологического котла-утилизатора типа РКС отечественной разработки с выносными элементами, установленными в контактном отделении сернокислотной системы.

Тепловая схема котла-утилизатора РКС отличается от зарубежных аналогов наличием двух контуров подогрева питательной воды вместо традиционных трёх контуров подогрева в зарубежных схемах, что является усложнением работы и конструкции аппаратов. Использование в сернокислотной системе отечественной разработки более простой и надёжной схемы подогрева питательной воды только в двух контурах подогрева вместо трех стало возможным в результате установки экономайзера 2-ой ступени в рассечку между двумя газовыми теплообменниками. Такое решение позволило, по сравнению с зарубежными схемами, перевести работу экономайзера 2 ступени в средах с более высокими температурами (среды: технологический газ и питательная вода). При этом, в связи с более высокой средней разностью температур (движущей силы теплопередачи), экономайзер 2-ой ступени, по сравнению с зарубежными аналогами, имеет меньшую поверхность теплообмена.

Разработанная тепловая схема котла-утилизатора отечественной разработки типа РКС может устойчиво работать без возникновения режима конденсации паров

серной кислоты в экономайзере 2-ой ступени даже при повышении содержания влаги в осушенном воздухе более чем в 3 раза по сравнению с регламентной нормой.

Таким образом, в отличие от зарубежных аналогов, разработанная в АО «НИУИФ» технологическая схема сернокислотной системы более безопасна и надёжна в работе.

Разработанная технология серной кислоты базируется на «короткой» экологически чистой, энергосберегающей схеме на сере с двойным контактированием и двойной абсорбцией (ДК-ДА). Предлагаемая сернокислотная технологическая система имеет следующие преимущества: быстро выходит на проектную мощность; надёжна и проста в эксплуатации; гарантирует минимальный выхлоп вредных газов в атмосферу; имеет минимальный расход электроэнергии; снабжена простым и надёжным оборудованием; степень конверсии SO_2 , не менее - 0.998; общая степень абсорбции SO_3 - 0,9999.

Технологическая схема отечественной сернокислотной системы оборудована всеми контрольно-измерительными приборами и аппаратурой, необходимой для обеспечения непрерывной эксплуатации, дистанционного управления или запуска. Кроме того, установлены приборы для контроля всего оборудования.

Предусмотрена визуальная и звуковая сигнализация важнейших функций технологического процесса в случае превышения установленных допустимых значений параметров.

Во избежание эксплуатационных ошибок и защиты узлов сернокислотной системы предусмотрена система блокировок с учетом особенностей технологического процесса. Определение значений важнейших измеряемых параметров в режиме непрерывной эксплуатации осуществляется независимо друг от друга на основе показаний приборов.

В циклах абсорбционных башне осуществляется измерение, автоматический контроль и регистрация значений концентрации кислоты.

Особенностью данной технологии является возможность её использования, как при реконструкции действующих сернокислотных систем с максимальным

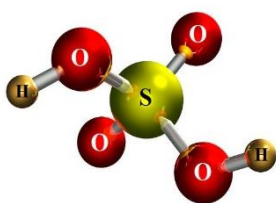
использованием действующего оборудования, так и при строительстве новых систем ДК-ДА на сере.

Разработанная схема обладает наиболее высокой технологической надёжностью её эксплуатации, а её применение позволяет упростить тепловую схему котла-утилизатора, предназначенного для утилизации выделяющегося в схеме тепла, и обеспечить высокую надёжность ведения процесса получения серной кислоты в широком диапазоне рабочих параметров работы оборудования. Главным отличием отечественной технологической схемы ДК-ДА на сере от действующих зарубежных схем является использование нового водотрубного энерготехнологического котла-утилизатора типа РКС отечественной разработки с выносными элементами, установленными в контактном отделении сернокислотной системы.

Все основные технологические показатели работы сернокислотных систем ДК-ДА на сере отечественной разработки находятся в рамках интервалов, указанных в справочнике НДТ и соответствуют уровню достигаемых технологических показателей по зарубежной технологии от компании «MECS», США, являющейся в настоящее время ведущим разработчиком и поставщиком современной технологии сернокислотных производств в мире.

Кроме этого очень важно, что данная технология базируется на оборудовании российского производства, показавшего надёжность и высокие технологические показатели на действующих сернокислотных системах.

По исходным данным АО «НИУИФ» им. проф. Я.В. Самойлова в период с 2001 по 2023 годы на предприятиях АО Апатит» в РФ и в странах СНГ были запроектированы, построены и введены в эксплуатацию сернокислотные системы отечественной разработки с большой единичной мощностью (от 600 до 1100 тыс. тонн в год).



Благодаря внедрению отечественной технологии серной кислоты большой единичной мощности на многих производственных площадках, в РФ были значительно увеличены объёмы производства серной кислоты, продукта, имеющего огромное

значение во многих отраслях промышленности и особенно незаменимого при производстве фосфорной кислоты и минеральных удобрений.

Внедрение отечественной технологии серной кислоты большой единичной мощности на многих производственных площадках в РФ значительно увеличило объемы производства серной кислоты, продукта, используемого во многих отраслях промышленности и особенно незаменимого в производствах фосфорной кислоты и минеральных удобрений.

Строительство 4-х новых сернокислотных систем по разработанной в АО «НИУИФ» отечественной технологии и реконструкция более 10 действующих сернокислотных систем на предприятиях АО «Апатит» других предприятиях РФ обеспечили создание только на сернокислотных производствах более 220 дополнительных рабочих мест. Увеличение объемов производства серной кислоты повлекло за собой строительство новых и реконструкцию действующих производств фосфорной кислоты и минеральных удобрений на АО «Апатит» и других предприятиях РФ с созданием на этих производствах более 350 дополнительных рабочих мест с соответствующим социальным эффектом, заключающимся в повышении уровня благосостояния людей.

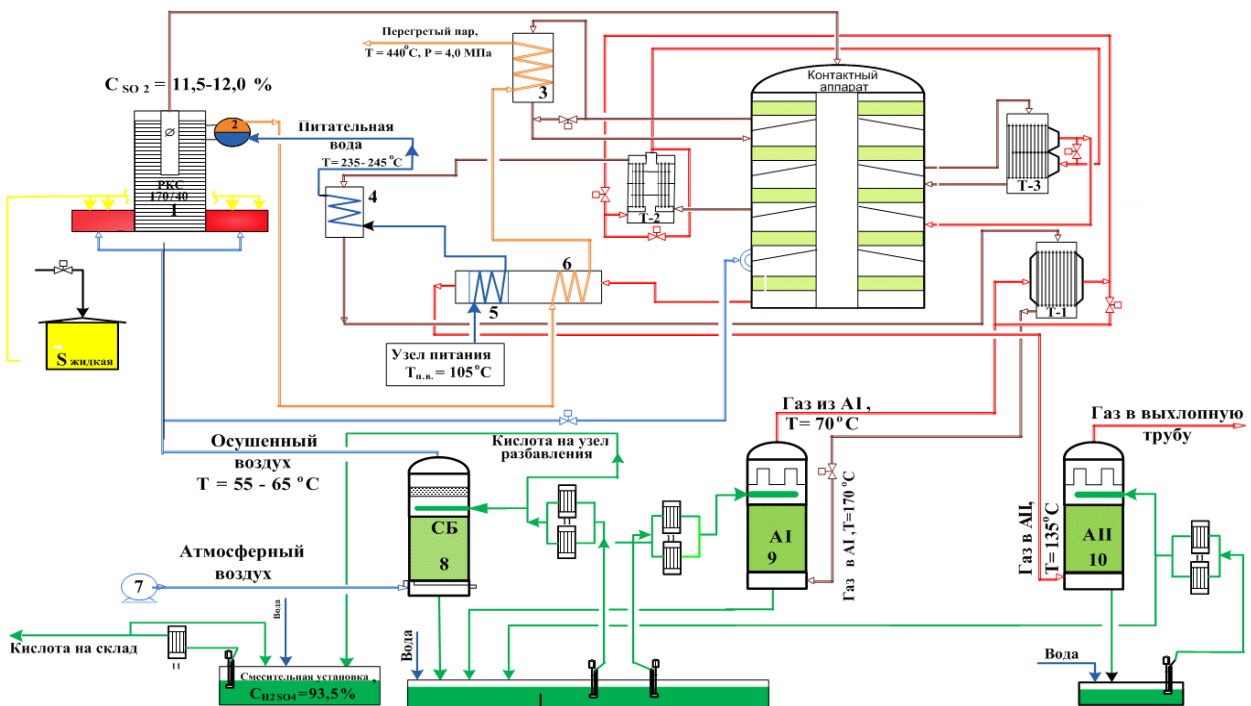
В том числе на этапе проектирования, изготовления и строительства одной сернокислотной установки, были задействованы десятки отечественных компаний, изготавливающих промышленные агрегаты необходимые для эксплуатации сернокислотной установки, с последующими строительными-монтажными работами на площадке размещения сернокислотного производства, что в свою очередь повлекло привлечение более 3500 рабочих мест различных специальностей на этапе реализации проекта.

Повышение выпуска минеральных удобрений в РФ в среднесрочной и долгосрочной перспективах позволило обеспечить увеличение и стабилизацию урожайности зерновых, бобовых и травяных культур, что, в свою очередь, обеспечило повышение мощностей пищевой промышленности, животноводческих и

птицеводческих отечественных комплексов и внесло свою «лепту» в обеспечении продовольственной безопасности РФ.

Экономический эффект от внедрения только одной мегамощной сернокислотной системы СК-3300 на Череповецком комплексе АО «Апатит», базирующийся на использовании дополнительно получаемой серной кислоты для производства и продажи на рынке минеральных удобрений, составляет 119 млрд. руб.

Суммарно к реализации данного проекта на всех этапах было привлечено более 35 подрядных организаций и ИП.



Принципиальная технологическая схема сернокислотной системы производительностью 1,1 млн. тонн в год:

1 – Энерготехнологический котел РКС; 2 – Барабан котла; 3, 6 – Пароперегреватели; 4, 5 – Экономайзеры; 7 – Нагнетатель; 8 – Сушильная башня; 9, 10 – Абсорберы; 11 – Холодильники САО; Т/1, 2, 3 – Теплообменники контактного узла