

РАЗРАБОТКА АНАЛОГА ПАРСОБОРНИКА В РАМКАХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Кадыров Д.А.

Научный руководитель доцент М.А. Балмашнов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На предприятии ООО «Газпром метанол» функционирует паросборник 1979 года производства английской фирмы Struthers Wells. На производстве метанола аппарат является частью агрегата М-750, в составе которого эксплуатируется для разделения пара от пароводяной смеси, поступающей в него из блока теплообменной аппаратуры.

В связи со сложившимися обстоятельствами в мире остро стоит вопрос приобретения отечественными предприятиями оборудования, запчастей и ремкомплектов для зарубежного производства. Поэтому, было принято решение сконструировать аналог паросборника в соответствии с отечественными стандартами химического машиностроения.

Диаметр внутренней обечайки был принят такой же, как и в исходном аппарате, где он составляет $D = 1950$ мм. В качестве аналога для английской стали BS 1501-281 B LT 55 была выбрана сталь отечественной марки 15Х5М-У. Ввиду того, что отечественная марка значительно уступает английской по механическим свойствам, также принимая во внимание источник [1], было принято решение увеличить толщину обечайки с $s_0 = 64$ мм до $s_0 = 70$ мм, а толщину сферических днищ принять равным $s_c = 55$ мм для компенсации потерь в прочности днищ, возникающих из-за отверстий под штуцеры и люки-лазы. Исходные штуцеры и патрубки были заменены на аналоги из отечественного альбома типовых конструкций АТК 24.218.06-90. В результате этого отечественный аналог оборудован 2 штуцерами с $D_y = 80$ мм, 41 патрубком с $D_y = 300$ мм, 8 патрубками с $D_y = 250$ мм, 21 патрубком с $D_y = 80$ мм, 1 патрубком $D_y = 350$ мм и 1 патрубком с $D_y = 200$ мм. Все отверстия под штуцеры и патрубки были укреплены накладными кольцами соответствующих толщин и ширин, как того требовал расчет укрепления отверстий.

Аппарат был оснащен 2 самоуплотняющимися люками-лазами. Конструкция этих люков аналогична люкам исходного аппарата, с сохранением размеров под эллиптическое отверстие в корпусе люка, которые равны $a = 456$ и $b = 356$ мм. В проектируемом паросборнике с естественной циркуляцией отделение пара от воды происходит в барабане. При этом загрязнение насыщенного пара происходит преимущественно вследствие выноса вместе с паром капель воды, содержащих примеси. Поэтому для уменьшения соледержания пара необходимо производить сепарацию капельной влаги и пара [2]. Плоскость, образованная поверхностью воды, с которой выделяется насыщенный пар, называется зеркалом испарения.

Спроектированный аналог, как и оригинальный паросборник, имеет специализированные внутренние устройства, увеличивающие эффективность сепарации пара и капельной влаги. В эти устройства входят: пароприемный потолочный дырчатый лист, отбойные щиты, внутрибарабанные циклоны, жалюзийные сепараторы. Принцип работы каждого из устройств основан на основных принципах сепарации пара внутри барабанов паросборников и паровых котлов.

В первую очередь, в паровом пространстве паросборника под действием силы тяжести происходит выпадение капель влаги. Этот принцип называется гравитационным принципом. Его эффективность определяется разностью плотностей пара и воды, скоростью потока пара, размерами капли и длиной пути пара до выхода из барабана. Гравитационная сепарация присутствует в той или иной степени в любых конструкциях внутрибарабанных устройств [2].

Вместе с этим, отделение капель воды в аппарате происходит за счет инерционных сил, при резких изменениях скорости потока пара или за счет центробежных сил, действующих на каплю при изменении направления движения потока влажного пара. К сепараторам, применяющим инерционный принцип разделения, в спроектированном аналоге относятся отбойные щиты и жалюзийные сепараторы. Отбойные щиты обеспечивают подавление кинетической энергии пароводяной смеси и отделение основной части воды от влажного пара. Жалюзийные сепараторы обеспечивают отделение капель воды за счет многократного изменения направления потока, а также изменения его ускорения.

Во внутрибарабанных циклонах происходит центробежная сепарация пара за счет интенсивного закручивания потока влажного пара. Капли влаги отбрасываются к стенкам циклона, где они задерживаются на пленке воды, стекающей на зеркало испарения. Эффективность циклонов определяется тангенциальной скоростью входа пароводяной смеси и осевой скоростью подъема потока [3]. Пароприемный потолочный дырчатый лист установлен для равномерного отвода пара по сечению паросборника. При работе паросборника присутствует возможность образования накипи на стенках обечайки, днищ, а также внутренних сепарирующих устройств. Для исключения этой возможности требуется, чтобы значение концентрации солей в воде не превышала значение, при котором происходит их выпадение из раствора. В результате непрерывной продувки обеспечивается равномерное удаление растворенных солей из места их наибольшей концентрации в паросборнике [3]. Для этого в отечественном аналоге, как и в оригинальном аппарате, предусмотрена система непрерывной продувки. В ходе нее, для поддержания необходимой концентрации солей, из барабана продувкой через специальный штуцер выводится определенный объем воды, вместе с которой удаляются и соли, поступающие в паросборник с питательной водой. В это время такой же объем чистой обессоленной воды подается в барабан через специализированную трубу с отверстиями из соответствующего штуцера. Для предотвращения образования отложений и коррозии на внутренней поверхности испарительной части барабана, а также для регулирования уровня рН предусмотрена труба для подачи растворов фосфатов через специальный штуцер.

В результате проектирования отечественного паросборника его масса увеличилась на 23,2 % по сравнению с оригинальным паросборником. Это обусловлено увеличением толщины стенки обечайки, увеличением габаритов штуцеров и наличием устройств, отсутствующих в исходном аппарате. К таким относятся внутрибарабанные

циклоны. Аппарат оснащен 3 седловыми неподвижными опорами с суммарной допускаемой нагрузкой в 1200 кН. Теплоизоляция аппарата выполнена из матов и ваты из супертонкого стеклянного волокна без связующего толщиной в $s_r = 73$ мм [4].

Литература

1. ГОСТ 19903-2015. Прокат листовой горячекатаный. Сортамент. Дата введения 2016-09-01. Введён 01.09.2016 г. – М.: Стандартинформ, 2016 – 15 с.
2. Брюханов О. Н., Кузнецов В. А. Газифицированные котельные агрегаты // М.: ИНФРА-М. – 2005.
3. Федоров А. И. Пособие по эксплуатации барабанных котлов среднего и высокого давления // М.: Изд-во ОАО «ВТИ. – 2006.
4. СП 61.13330.2012. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Актуализированная редакция СНиП 41-03-2003 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293796/4293796604.pdf>

К ВОПРОСУ О ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛ ОТ СЖИГАНИЯ МАЗУТА С ИЗВЛЕЧЕНИЕМ ВАНАДИЯ И НИКЕЛЯ

Кашеков Д.Ю., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б., Смирнова В.Б.

Научный руководитель: заведующий лабораторией №1 Г.Б. Садыхов

Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, г. Москва, Россия

В тяжёлых сернистых нефтях содержится значительное количество таких металлов, как ванадий и никель, которые накапливаются в мазуте в процессе её переработки. [2]. В дальнейшем, используя мазут на тепловых электростанциях в качестве топлива, образуется значительное количество техногенных отходов в виде зол, богатые по V_2O_5 , и NiO. Однако несмотря на то, что с конца XX века мазут постепенно выводился из топливно-энергетического баланса страны, в настоящее время в России остаётся единственный мазутозависимый регион – Мурманская область. Одной из крупнейших станций, работающей на мазуте, является Мурманская ТЭС, на которой образуется около 260 т золы в год [1]. Высокое содержание V_2O_5 и NiO в отходах этой станции, около 10 % и 3 % соответственно, позволяет рассматривать их в качестве ванадиевого и никелевого сырья. При этом металлы находятся в водорастворимых соединениях, загрязняя грунтовые воды и водоёмы региона. Таким образом, разработка технологии утилизации и обезвреживания ванадийсодержащих отходов от сжигания мазута является не только экономически обоснованной, но и экологически необходимой задачей. Ранее в ИМЕТ РАН были проведены исследования по извлечению ванадия и никеля из зол от сжигания мазута с Конаковской ГРЭС, результаты которых показали потенциал мазутных зол как источника ванадия и никеля [3]. Однако из-за различий в химическом и фазовом составе зол от сжигания мазута различных ТЭС, необходимо продолжение исследований.

В работе было исследовано извлечение ванадия и никеля из двух образцов зол Мурманской ТЭС – золошлама и золы уноса. Золошлам содержит 11,47 % V_2O_5 и 3,32 % NiO и образуется непосредственно в котлоагрегате, а зола уноса – 3,17 % V_2O_5 и 0,76% NiO и образуется в процессе хода топочных газов, собирается на фильтрах газоходов. Исследование включало в себя извлечение путём непосредственного выщелачивания водой или серной кислотой, и по схеме «окислительный обжиг-выщелачивание». Окислительный обжиг проводился с добавкой карбоната натрия с целью перевести ванадий в водорастворимые ванадаты. Огарок после обжига выщелачивался водой, а для доизвлечения оставшегося V_2O_5 проводили сернокислотное выщелачивание. В результате наиболее высокие степени извлечения V_2O_5 в раствор из золошлама были достигнуты при переработке по схеме с окислительным обжигом при температуре 900 °С с добавкой 24 % Na_2CO_3 . Никель в этих условиях практически не извлекается. Для золы уноса наиболее полное извлечение ванадия и никеля происходит при непосредственном водном выщелачивании водой или 3 % раствором серной кислоты.

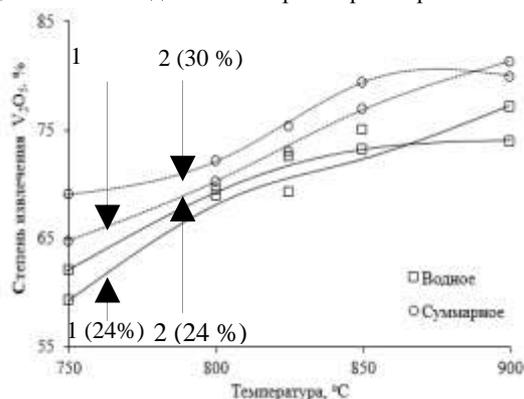


Рис. 1. Зависимость степени извлечения V_2O_5 из золошлама от температуры окислительного обжига при различных добавках Na_2CO_3
1 – 24 % Na_2CO_3 , 2 – 30 % Na_2CO_3 .

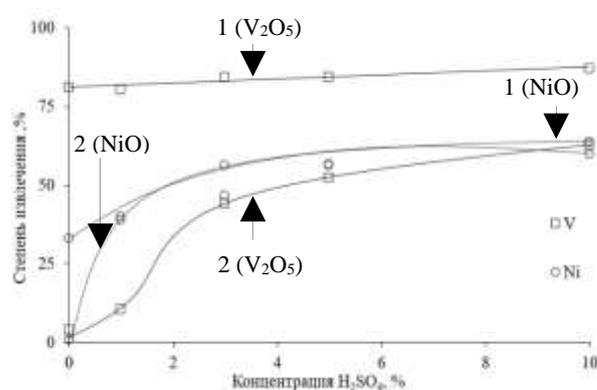


Рис. 2. Зависимость степени извлечения ванадия и никеля от концентрации серной кислоты
1 – зола-уноса, 2 – золошлам.