

О ХАРАКТЕРЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УГОЛЬНОЙ ПЫЛЕВОЙ ФРАКЦИИ В АДсорБЕНТЕ СКТ-3 ЙОДНЫХ ФИЛЬТРОВ ТИПА АУ-1500 ПРИ ИХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ АЭС

*Л.И.Федорова, П.Я.Полтинин, Л.В.Карнацевич, В.Б.Кулько.
ИФТТМТ ННЦ ХФТИ, г.Харьков, Украина*

Проведено модельні експерименти та вивчено розібрані відпрацьовані йодні фільтри типу АУ-1500 систем вентиляції АЕС з метою встановлення характеру розподілення пильової вугільної фракції у фільтрах, яка утворюється у процесі їх експлуатації і приводить до різкого зростання їх аеродинамічного опору. Показано, що зазначена фракція накопичується в приповерхньому шарі адсорбенту. Вивчено можливість заміни вугільного адсорбенту СКТ-3 на активні кам'яновугільні адсорбенти українського виробництва.

Проведены модельные эксперименты и изучены разобранные отработанные йодные фильтры типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС с целью установления характера распределения пылевой угольной фракции в фильтрах, образующейся в процессе их эксплуатации и приводящей к резкому возрастанию их аэродинамического сопротивления. Показано, что указанная фракция накапливается в приповерхностном слое адсорбента. Изучена возможность замены угольного адсорбента СКТ-3 на активные каменноугольные адсорбенты украинского производства.

The modelling experiments are carried out and are investigated disassembled fulfilled iodine filters of type АУ-1500 in NPP ventilation systems with the purpose of an establishment of character of distribution of a coal dust fraction in filters formed during their operations and resulting in sharp increase of their aerodynamic resistance. Is shown, that the specified fraction collects in surface layer of adsorbent. The opportunity of replacement of coal adsorbent SKT-3 on active coal adsorbent of the Ukrainian manufacture is investigated

1. ВВЕДЕНИЕ

В наших предыдущих работах [1–3] было показано, что значительный рост аэродинамического сопротивления йодных фильтров типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС, возникающий при их длительной эксплуатации, в основном обусловлен появлением и накоплением в слое адсорбента мелкой (размер частиц менее 250 мкм) и пылевой (размер частиц в среднем 10 мкм) угольных фракций. Образование этих фракций связано с двумя факторами. Во-первых, при штатных величинах потока воздуха через адсорбер (500...2000 м³/ч) в верхней части фильтра над поверхностью адсорбента возникает вихревое движение воздуха, связанное с турбулентностью потока. Во-вторых, вследствие технологических недостатков изготовления фильтров между поверхностью адсорбента и прижимной сеткой часто имеются зазоры толщиной до 50 мм. Поэтому верхний слой гранулированного адсорбента промышленного угля СКТ-3 вовлекается в интенсивное вихревое движение и истирается. Возникающая при этом угольная пыль потоком воздуха затягивается внутрь адсорбера. Представлялось интересным выяснить: каким образом угольная пыль, образующаяся в поверхностном слое адсорбента, распределяется по высоте слоя. Задерживается ли она полностью внутри адсорбера или частично выводится из него потоком воздуха. Решению этой задачи посвящена данная работа.

2. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ В ФИЛЬТРЕ ПРИ ЕГО ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Мы имитировали на лабораторном макете йодно-го фильтра [3] процесс длительного истирания адсорбента при вихревом движении гранул поверхностного слоя. С этой целью мы вводили в верхний слой адсорбента толщиной 2 см равными порциями различное количество угольной пыли (средний размер частиц около 10 мкм), полученной истиранием адсорбента вне макета. Такой размер соответствует величине частиц пылевой фракции, образующихся в реальном фильтре [3]. Начальная порция пыли составляла 3% от массы поверхностного слоя адсорбента (около 3 г). Предварительно адсорбент был просеян сквозь сито с величиной ячейки 2,5 мм. Таким образом, для эксперимента был отобран однородный крупный адсорбент. Максимальное количество вводимой угольной пыли составило 36 г. Дальнейшее увеличение количества пыли в поверхностном слое приводило к полному аэродинамическому запылению всего слоя адсорбента. Слой адсорбента высотой 30 см был разделен крупноячеистыми сетками на 4 одинаковые секции. После засыпки каждой порции пыли в макет фильтра через него продувался поток воздуха. Начальный расход воздуха составлял около 20 м³/ч, что соответствовало средней скорости потока воздуха в макете 0,58 м/с, то есть, как и в реальных фильтрах при штатном расходе воздуха. Продув осуществлялся в течение 15 мин, что, как показали эксперименты, соответствует уста-

новлению стационарного состояния в слое адсорбента. После окончания эксперимента пыль отсеивалась через сито с величиной ячейки 1 мм. Отсеянное количество пыли взвешивалось на аналитических весах. Массовая доля пыли, оставшейся в макете, распределена снизу вверх по секциям следующим образом: 2, 3, 5 и 90%. Следовательно, пылевая фракция, поступающая в толщу адсорбента из верхнего слоя, при продувке воздуха задерживается преимущественно вблизи поверхности.

Такой характер распределения пыли в слое адсорбента оказывает очень негативное влияние на аэродинамическое сопротивление фильтра. Например, разовое введение в поверхностный слой адсорбента только 19% пыли приводит к возрастанию сопротивления в 6 раз для потока воздуха в 10 м³/ч. Если бы это же количество пыли распределилось в слое адсорбента равномерно, то привело бы к возрастанию сопротивления всего в 1,2 раза (см.[3]).

Необходимо отметить, что при исследовании фракционного состава кернов, взятых из отработанных йодных фильтров, в зависимости от глубины слоя адсорбента также наблюдалось заметное снижение содержания пылевой фракции с увеличением глубины слоя. В поддоне отработанных фильтров ни разу не наблюдалось сколько-нибудь заметного количества угольной пыли.

3. ВОЗМОЖНОСТЬ ЗАМЕНЫ АДСОРБЕНТА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ОТРАБОТАННЫХ ФИЛЬТРОВ

В НИЦ ХФТИ разработана технология восстановления отработанных йодных фильтров типа АУ-1500.

Некоторые аспекты технологии упомянуты в [4]. Здесь мы коснемся другого аспекта этой технологии, а именно, возможности частичной или полной замены отработанного угля СКТ-3 на другой углеродный адсорбент. При этом наиболее важными параметрами нового адсорбента, определяющими долговременную работу фильтра, являются прочность адсорбента и его адсорбционная способность. Уголь СКТ-3 является промышленным активированным углем российского производства. В качестве потенциальной замены для этого адсорбента желательнее было подобрать активный уголь украинского производства. Таким углем может быть активный углеродный адсорбент ДАУ-1, представляющий собой измельченный активированный каменный уголь. Производство такого адсорбента налаживается на Харьковском коксовом заводе.

Для изучения характеристик угля были отлажены методики измерения пористости адсорбентов по воде (ГОСТ 17219 «Угли активные. Метод определения суммарного объема пор по воде») и измере-

ния прочности сорбентов при истирании согласно МИС-60-8 (ГОСТ 16188 «Сорбенты. Метод определения прочности при истирании»). При отладке второй методики был изготовлен и прокалиброван по известному сорбенту (БАУ) прибор со стандартными параметрами: стальной истирающий стержень массой 1200 г, барабан диаметром 80 мм и длиной 80 мм, скорость вращения стержня 75 об/мин. Перед измерениями исследуемый адсорбент высушивался на противне в сушильном шкафу при 100 °С.

Измерения дали следующие результаты:

Пористость угля ДАУ-1 по воде составляет 60%, что соответствует пористости СКТ-3 [5].

Прочность при истирании ДАУ-1 составила (согласно МИС-60-8) 86%, а для СКТ-3 – не менее 71% [5].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что вместо СКТ-3, изготавливаемого в России, можно использовать адсорбент украинского производства ДАУ-1 с аналогичной адсорбционной способностью и с более высокими прочностными свойствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л.И.Федорова, П.Я.Полтинин, Л.В.Карнацевич, М.А.Хажмурадов, С.О. Лысцов. К вопросу об изменении аэродинамических параметров угольных адсорберов типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС. // *Вопросы атомной науки и техники, Серия ядерно-физические исследования*, 1999, N1, (33), стр.118–119.
2. Л.И.Федорова, П.Я.Полтинин, Л.В.Карнацевич, М.А.Хажмурадов, С.О.Лысцов, В.В.Тесленко, Ю.Л.Коврижкин. Влияние усадки и механического износа адсорбента на аэродинамические параметры угольных адсорберов типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС. // *Атомная энергия*, 1999, т.87, вып.4, стр. 279–283.
3. Л.И.Федорова, П.Я.Полтинин, Л.В.Карнацевич, М.А.Хажмурадов, С.О.Лысцов, В.В.Тесленко, В.И.Жуковин, В.А.Левицкий. Исследование роста аэродинамического сопротивления фильтров типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС // *Атомная энергия*, 2000, т.88, вып.1, стр. 74–76.
4. А.А.Саньков, В.Г.Колобродов, В.Б.Кулько, О.В.Кулько, Л.В.Карнацевич, М.А.Хажмурадов. О возможности регенерации отработанного адсорбента йодных фильтров систем вентиляции АЭС. *Атомная энергетика и промышленность Украины*. В печати.
5. ТУ 6-16-2727-84 ЛУ «Уголь активный СКТ-3».
6. Д.А.Колышкин, К.К.Михайлова. *Активные угли. Свойства и методы испытаний*. Справочник. Л. Химия, 1972, стр. 56.