

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ИСТИРАНИЯ УГЛЕРОДНЫХ АДСОРБЕНТОВ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ФИЛЬТРОВ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ АЭС

В.И. Соколенко, Э.И. Винокуров, Т.К. Григорова, Р.М. Сибилева, Д.В. Шаруда, М.А. Хажмурадов

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт», Харьков, Украина

E-mail: vsokol@kipt.kharkov.ua

Изучено влияние механического истирания гранул на аэродинамическое сопротивление углеродных адсорбентов различных сортов в условиях, моделирующих работу фильтров АУ-1500. Определено изменение фракционного состава исследуемых адсорбентов вследствие истирания. Полученные экспериментальные данные позволяют сделать вывод о целесообразности использования смеси адсорбентов Norit различного фракционного состава при восстановлении адсорберов систем вентиляции АЭС.

ВВЕДЕНИЕ

Для предотвращения распространения радиоактивных инертных газов, а также йода и его соединений в помещениях контролируемой зоны АЭС и их локализации, предусмотрены системы специальной газоочистки и вентиляции воздуха, в состав которых входят угольные адсорберы АУ-1500. Фильтрация воздуха от газообразных и летучих радиоактивных изотопов осуществляется путем адсорбции радионуклидов в слое гранулированного углеродного адсорбента. Разрушение гранул адсорбента из-за взаимного трения в процессе эксплуатации может привести к значительному возрастанию аэродинамического сопротивления фильтров АУ-1500, к потере пропускной способности адсорберов для воздуха и, как следствие, может создать радиационноопасную ситуацию из-за накопления радиоактивных веществ в рабочих помещениях станции. Разрушение гранул углеродного адсорбента при заданном потоке воздуха через адсорбер в значительной степени зависит от механической прочности используемого адсорбента.

Целью данной работы является определение изменения аэродинамического сопротивления ряда углеродных адсорбентов вследствие истирания при моделировании работы адсорбера АУ-1500.

ИССЛЕДУЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования был новый углеродный адсорбент Norit RKJ производства Бельгии, рассматриваемый в настоящее время как альтернатива активным углям СКТ-3 и СКТ-3И, используемым в адсорберах на АЭС.

Исследовались образцы адсорбента Norit RKJ различного фракционного состава (№2, 3, 4 и смеси №2 (75 %) + №3 (25 %)), а также СКТ-3И в состоянии поставки (фракционный состав представлен в Табл. 1).

Для определения аэродинамического сопротивления слоя адсорбента был использован макет ад-

сорбера, моделирующий условия работы фильтров системы вентиляции воздуха АЭС. Величина перепада давлений ΔP измерялась для удельного потока $0,48 \text{ м}^3/\text{с}\cdot\text{м}^2$, что соответствует потоку воздуха $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ через адсорбер АУ-1500; толщина слоя адсорбента 300 мм [1]. Для всех изучаемых образцов как в состоянии поставки, так и подвергнутых истиранию, на установке по определению механической прочности по методу МИС-60-8 (ГОСТ 2789-59) [2] определялось аэродинамическое сопротивление ΔP . При этом на стенде по рассеиванию углеродных адсорбентов [2] определялся фракционный состав изучаемых образцов, сформировавшийся после истирания. Для образцов, подвергнутых истиранию, а также для образцов, просеянных после истирания (сито №10), величина аэродинамического сопротивления определялась повторно. Следует отметить, что истирание, которому подвергались образцы углей различных сортов, обеспечивало экспрессное получение сравнительных данных по аэродинамическим свойствам адсорбентов и соответствовало более жестким условиям, чем истирание углей в процессе работы фильтров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В Табл. 1 представлено изменение фракционного состава исследуемых образцов вследствие истирания. Из этих данных видно, что в процессе истирания происходит существенное разрушение гранул. Так, например, для адсорбентов Norit RKJ 2 и Norit RKJ 4 после истирания фракции, близкие к пылевой ($<1,0$ и $1,0\text{--}1,5$), составляют 22...26 %, и только 7 % гранул соответствуют исходному размеру. Для активного угля СКТ-3И в результате истирания в пылевую фракцию превратилось 30 % гранул.

В Табл. 2 представлены значения аэродинамического сопротивления (ΔP) исследованных образцов углеродных адсорбентов в условиях, моделирующих работу фильтров АУ-1500, в исходном состоянии и после истирания. Измерения проводились как до отсева пылевой фракции, так и после отсева.

Изменение фракционного состава исследуемых образцов вследствие истирания

Адсорбент	Фракционный состав после истирания, %						
	Размер гранул, мм						
	<1,0	1,0...1,5	1,5...2,0	2,0...2,5	2,5...2,8	2,8...3,6	3,6...4,0
Norit RKJ 2	13	14	66	7(100)	0	0	0
Norit RKJ 3	13	5	14	10	16	42(100)	0
Norit RKJ 4	22	6	19	14	12	20	7(100)
Смесь 75 % Norit RKJ 2+ 25 % Norit RKJ 3	16	6	29	33(75)	6	10(25)	0
СКТ-ЗИ	31 (0)	30,3(0,2)	36,4 (30,3)	2(63)	0,3(6,5)	0(0)	0(0)

В скобках дан фракционный состав углей в состоянии поставки.

Таблица 2

Аэродинамическое сопротивление исследованных образцов углеродных адсорбентов

Углеродный адсорбент	ΔP, кПа		
	Исходное состояние	После истирания	После истирания и отсева пыли
Norit RKJ 2	1,7	-	4,0
Norit RKJ 3	0,9	4,7	2,6
Norit RKJ 4	1,0	-	4,0
Смесь 75% NoritRKJ 2+ 25% Norit RKJ 3	1,7	14	3,5
СКТ-ЗИ	2,0	12	4,0

Как видно из Табл. 2, аэродинамическое сопротивление для всех исследуемых адсорбентов после истирания резко возрастает. Причем, для образцов Norit RKJ 2 и Norit RKJ 4 адсорбер практически не пропускал поток воздуха, что не позволило провести измерение. Важно отметить, что в результате отсева пылевой фракции происходит существенное восстановление аэродинамического сопротивления, однако значения ΔP остаются выше, чем в исходном состоянии. Полученные результаты находятся в соответствии с данными по изменению фракционного состава этих образцов вследствие истирания. Для каждого исследуемого адсорбента была определена величина механической прочности при истирании (Табл. 3).

Таблица 3

Величина механической прочности при истирании

Адсорбент	П, %
Norit RKJ 2	89
Norit RKJ 3	86
Norit RKJ 4	78
Смесь Norit RKJ 2-75 % + Norit RKJ 3-25 %	90
СКТ-ЗИ	75

Из Табл. 3 следует, что все образцы активного угля Norit RKJ обладают механической прочностью на истирание, превышающей прочность угля СКТ-ЗИ, используемого в настоящее время в фильтрах систем вентиляции АЭС.

ВЫВОДЫ

Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать заключение, что при восстановлении адсорберов фильтров АУ-1500 системы вентиляции воздуха АЭС по технологии, разработанной в ННЦ ХФТИ [3], целесообразно использовать адсорбенты с фракционным составом, обеспечивающим минимальное из допустимых значение аэродинамического сопротивления.

Исходя из этого и согласно данным, приведенным в Табл. 1-3, смесь адсорбента Norit RKJ 2-75 % и Norit RKJ 3-25 % является наиболее перспективной, так как обладает оптимальным сочетанием свойств: более устойчива к истиранию и соответственно менее подвержена увеличению аэродинамического сопротивления по воздуху; имеет приемлемое значение аэродинамического сопротивления в исходном состоянии и высокую механическую прочность.

Конкретные рекомендации по практическому использованию новых углеродных адсорбентов в фильтрах АУ-1500 можно дать после определения и учета их адсорбционных характеристик.

Авторы выражают благодарность О.И. Волчку за помощь в работе.

Работа выполнена в рамках программы «Ресурс» НАН Украины, проект Р 4.6.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.Г. Колобродов, Л.В. Каранцевич, П.А. Березняк, М.А. Хажмурадов, Э.И. Винокуров, В.И. Спицина. Аэродинамическое сопротивление слоев некоторых адсорбентов // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»*. 2006, №4, с.224-227.
2. В.Г. Колобродов, В.И. Соколенко, Э.И. Винокуров, Т.К. Григорова, Р.М. Сибилева, М.А. Хажмурадов.

Измерение прочности адсорбентов, предназначенных для использования при восстановлении адсорберов типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС // *Вопросы атомной науки и техники. Серия «Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники»*. 2011, №6, с.76-78.

3. В.М. Ажажа, В.И. Волчок, А.Н. Довбня, В.Г. Колобродов, И.М. Неклюдов, М.А. Хажмурадов. *Способ восстановления адсорбера системы очистки воздуха* / Декларационный патент на полезную модель Украины, №13173, бюл.№3, 2006.

Статья поступила в редакцию 01.06.2012 г.

INFLUENCE OF MECHANICAL ABRASION OF CARBON ADSORBENTS ON AERODYNAMIC RESISTANCE OF FILTERS OF SYSTEM OF VENTILATION OF NPS

V.I. Sokolenko, E.I. Vinokurov, T.K. Grigorova, R.M. Sibileva, D.V. Sharuda, M.A. Khazhmuradov

Influence of mechanical abrasion of granules on aerodynamic resistance of different carbon adsorbents at conditions similar to work of filters AU-1500 is studied. The change of fractional composition of the probed adsorbents by abrasion is determined. The obtained experimental data allow making conclusion about practicability using mixture of adsorbent Norit with different fractional composition for renewal of adsorbers of ventilation system of NPS.

ВПЛИВ МЕХАНІЧНОГО СТИРАННЯ ВУГЛЕЦЕВИХ АДСОРБЕНТІВ НА АЕРОДИНАМІЧНИЙ ОПІР ФІЛЬТРІВ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ АЕС

В.І. Соколенко, Е.І. Винокуров, Т.К. Григорова, Р.М. Сібільова, Д.В. Шаруда, М.А. Хажмурадов

Вивчено вплив механічного стирання гранул на аеродинамічний опір вуглецевих адсорбентів різних сортів в умовах, що моделюють роботу фільтрів АУ-1500. Визначена зміна фракційного складу досліджуваних адсорбентів внаслідок стирання. Одержані експериментальні дані дозволяють зробити висновок про доцільність використання суміші адсорбентів Norit різного фракційного складу при відновленні адсорберів систем вентиляції АЕС.