

ИЗМЕРЕНИЕ ПРОЧНОСТИ АДСОРБЕНТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ АДСОРБЕРОВ ТИПА АУ-1500 СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ АЭС

**В.Г. Колобродов, В.И. Соколенко, Э.И. Винокуров, Т.К. Григорова,
Р.М. Сибилева, М.А. Хажмурадов**
Национальный научный центр
«Харьковский физико-технический институт»,
Харьков, Украина
E-mail: e.vinokurov@kipt.kharkov.ua

Измерены величины механической прочности на истирание для ряда новых углеродных адсорбентов производства Украины, России и Германии. Определены перспективные, с точки зрения прочности, угли для использования их в адсорберах угольных фильтров АУ-1500. Изучено влияние фракционного состава и степени заполнения адсорбционного пространства влагой на величину механической прочности адсорбента СКТ-3И.

Степень механического истирания (П) углеродных материалов является важным параметром при выборе адсорбента для заполнения фильтров системы вентиляции воздуха АЭС. При достаточно больших потоках вентилируемого воздуха режим его течения через адсорбер имеет турбулентный характер, что может приводить к значительному разрушению гранул углеродных адсорбентов вследствие взаимного трения.

В настоящее время основным адсорбентом, используемым в адсорберах типа АУ-1500 в вентиляционных системах АЭС, является уголь СКТ-3 производства России. При эксплуатации адсорберов установлено существенное снижение аэродинамического сопротивления, обусловленное разрушением гранул в потоке воздуха [1]. В связи с этим актуальным является изучение и выбор новых адсорбентов, механические свойства которых обеспечат продление ресурса работы фильтров.

В настоящей работе были измерены величины механической прочности на истирание для ряда новых углеродных адсорбентов производства Украины (Д1, Д2, ЭЛ-2, ЭЛ-3, ЭЛ-4, ЭЛ-5, ЭЛ-8, ЭЛ-Д), России (СКТ-3, СКТ-3И) [2] и Германии (С40/4 Extra; D45/1; С45/2, импрегнированные 1,5 % раствором КJ, и DGF2 и D43/4 Extra).

Определение прочности адсорбентов проводилось путем измерения истирания угля в соответствии с ГОСТ 2789-59 по методу МИС-60-8. Сущность метода заключается в механическом истирании навески адсорбента при поджатии ее стальным стержнем во вращающемся с определенной скоростью стальном барабане. Прибор для определения прочности при истирании смонтирован на горизонтальной плите и состоит из трех барабанов, собранных на резьбе в один общий барабан, который вращается со скоростью 75 об./мин. Чистота обработки внутренних поверхностей барабанов, крышек, перегородок и поверхностей стержней соответствовала 6 классу чистоты поверхности в соответствии с

ГОСТ 2789-59, что обеспечивало хорошую точность измерения степени истирания.

На рис. 1 приведена схема измерительной установки для определения прочности.

При подготовке к измерениям прочности для удаления пыли угли отсеивались (сито №10). Затем для достижения одинакового исходного состояния образцы прогревались в муфельной печи при температуре 100 °С в течение часа, что обеспечивало удаление влаги.

По весу отсеянного адсорбента до и после испытаний определялось процентное содержание нераспыленного остатка, характеризующее прочность адсорбента (П, %): $P = 100 \% b/a$, где a – вес адсорбента до испытания, b – вес отсеянного адсорбента после испытания.

Для угля СКТ-3И механическая прочность измерялась для образцов различного фракционного состава (размера гранул). Рассеивание угля на разные фракции проводилось на стенде, схема которого изображена на рис. 2.

Стенд представляет собой набор вращающихся сит с диаметрами ячеек 1...3,6 мм, периодически претерпевающих вибрацию. Это позволяет получить образец с определенным размером гранул для дальнейшего исследования зависимости прочности адсорбента от фракционного состава.

Результаты измерений величины прочности на истирание для различных угольных адсорбентов представлены в таблице.

Исходя из данных таблицы можно определить перспективные, с точки зрения прочности, угли для использования их в адсорберах угольных фильтров АУ-1500. Поскольку в настоящее время преимущественно используется уголь СКТ-3 и СКТ-3И, прочность перспективных углей должна быть не менее значения их прочности. Такими углями являются активные угли марок Д1, Д2 (производство Украины), С40/4 Extra, С45/2, D43/4 Extra, DGF2, D45/1 (производство Германии).

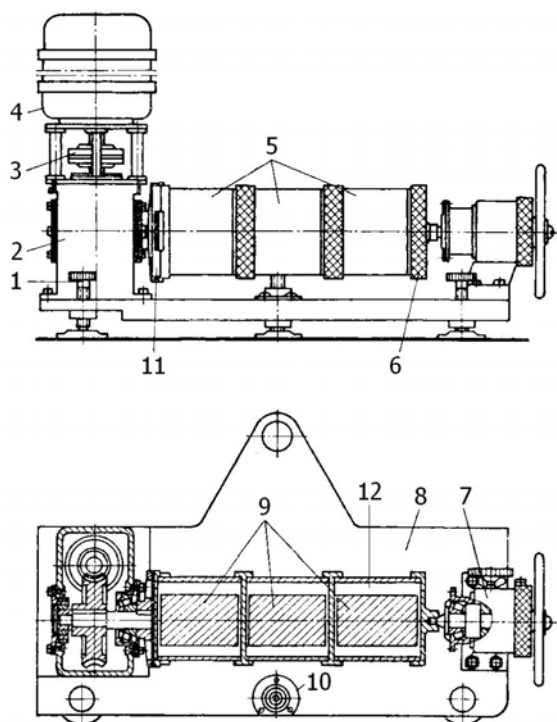


Рис. 1. Установка для определения прочности твердых адсорбентов при истирании по методу МИС-60-8: 1 – регулирующий винт; 2 – червячный редуктор; 3 – муфта; 4 – электродвигатель; 5 – барабаны; 6 – крышка; 7 – задняя бабка; 8 – плита; 9 – истирающие стержни; 10 – уровень; 11 – планишайба; 12 – полость для заполнения исследуемым адсорбентом

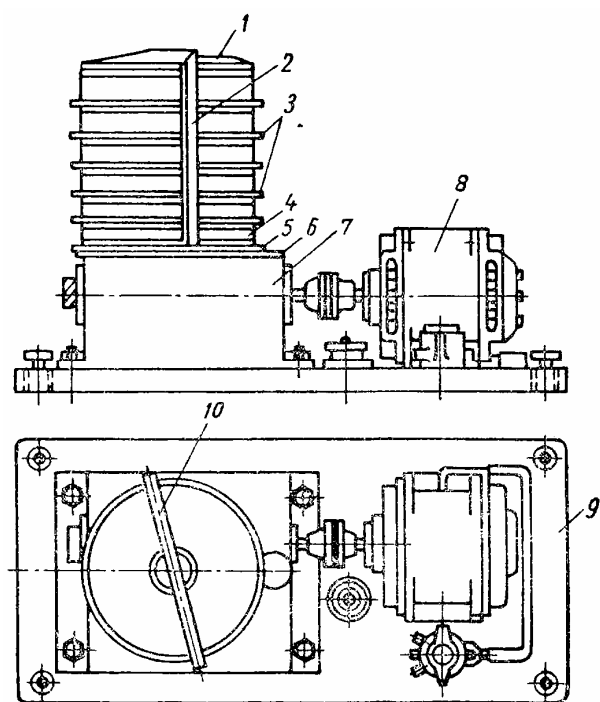


Рис. 2. Стенд для рассеивания активированного угля на разные фракции: 1 – крышка; 2 – зажим; 3 – сита; 4 – поддон; 5 – площадка; 6 – поддерживающий эксцентрик; 7 – редуктор; 8 – электродвигатель; 9 – плита; 10 – планка

Механическая прочность на истирание для исследованных адсорбентов

Марка адсорбента	Величина прочности П, %	Производитель
C40/4 Extra	88,5	Германия
C45/2	86	
D43/4 Extra	81	
DGF2	81	
D45/1	79	
Д-1	95	Украина
Д-2	91	
Эл-Д	72	
Эл-8	46	
Эл-2	16	
Эл-5	3	
Эл-3	2	
Эл-4	1	Россия
СКТ-3	80	
СКТ-3И	75	

Измерения прочности на истирание для угля СКТ-3И различного фракционного состава в интервале размера гранул 1,0...3,6 мм показали незначительное падение механического истирания адсорбента с увеличением размера гранул от П = 75,3 % (для фракции 1,5...2,0 мм) до П = 74 % (для фрак-

ции 2,8...3,6 мм), что соответствует относительному уменьшению на 1,7 %.

Кроме того, для угля СКТ-3И была изучена зависимость механической прочности от заполнения адсорбционного пространства влагой. Испытуемые образцы были обезвожены путем отжига в муфельной печи при температуре 100 °С в течение 1 ч.

Механическая прочность была измерена для образцов в обезвоженном состоянии и после различного заполнения адсорбционного пространства атмосферной влагой (выдержка разной продолжительности на воздухе при комнатной температуре). Величина заполнения пористого пространства активированного угля СКТ-3И парами воды определялась весовой методикой при комнатной температуре и изменялась от 0 до 4 мас. %. Проведенные измерения показали, что максимальная степень насыщения парами воды (4 %) привела к относительному понижению механической прочности на истирание на 7 %.

Важно отметить, что при выборе адсорбента для адсорбера фильтров типа АУ-1500 кроме прочностных свойств необходимо учитывать такие характеристики, как аэродинамическое сопротивление и адсорбционные характеристики по йоду и йодистому метилу.

ВЫВОДЫ

Изучены механическая прочность на истирание адсорбентов разных марок производства Украины, Германии и России. Определены адсорбенты, обладающие наиболее высокими значениями прочности

на истирание. Такими адсорбентами являются угли: Д1 (П = 95 %), Д2 (П = 91 %), С40/4 Extra (П = 88,5 %), С45/2 (П = 86 %), Д43/4 Extra (П = 81 %), DGF2 (П = 81 %), СКТ-3 (П = 80 %), Д45/1 (П = 79 %), СКТ-3И (П = 75 %).

Для адсорбента СКТ-3И наблюдалось незначительное падение (на 1,7 %) механического истирания с увеличением размера гранул фракционного состава.

Установлено, что механическая прочность СКТ-3И понижается при заполнении адсорбционного пространства парами воды (на 7 %) при максимальном заполнении влагой.

Дальнейшие исследования и анализ адсорбционных характеристик исследованных углей, а также их аэродинамического сопротивления позволят конкретизировать практический выбор углеродных

материалов для использования в адсорберах типа АУ-1500 вентиляционных систем АЭС.

Работа выполнялась в рамках программы «Ресурс» НАН Украины.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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, в. 4, с.279-283.
2. В.М. Мухин, А.В. Тарасов, В.Н. Клушин. *Активные угли*. М.: «Металлургия», 2000, 352 с.

Статья поступила в редакцию 30.09.2011 г.

ВИМІРЮВАННЯ МІЦНОСТІ АДСОРБЕНТІВ, ПРЕНАЗНАЧЕННИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ АДСОРБЕРІВ ТИПУ АУ-1500 СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ АЕС

В.Г. Колобродов, В.І. Соколенко, Е.І. Винокуров, Т.К. Григорова, Р.М. Сибільова, М.А. Хажмурадов

Зміряно величини механічної міцності на стирання для ряду нових вуглецевих адсорбентів виробництва України, Росії і Німеччини. Визначені перспективні з погляду міцності вугілля для використання їх в адсорберах вугільних фільтрів АУ-1500. Вивчено вплив фракційного складу і ступеня заповнення адсорбційного простору вологою на величину механічної міцності адсорбенту СКТ-3И.

MECHANICAL-RESISTANCE MEASUREMENTS OF ADSORBENS INTENDED FOR RENOVATION OF AU-1500 ADSORBERS OF NPP AIRDISCHARGE PURIFICATION SYSTEMS

V.G. Kolobrodov, V.I. Sokolenko, E.I. Vinokurov, T.K. Grigorova, R.M. Sibilyova, M.A. Khazhmuradov

The present paper deals with the measurements mechanical frictional resistance of variety of new carbon adsorbents produced by Ukraine, Russia and Germany. The most promising from the strength standpoint coals have been determined for their use in the adsorbers of coal filters AU-1500 studies were made into the effect of fractional composition and degree of adsorption space filling with damp on the mechanical strength of adsorbent SKT-3I.