

# ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ПЫЛЕВОЙ УГОЛЬНОЙ ФРАКЦИИ В СЛОЕ АДСОРБЕНТА НА РОСТ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ЙОДНЫХ ФИЛЬТРОВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ АЭС

*И.М. Неклюдов, Л.И. Федорова, П.Я. Полтинин, Л.В. Карнацевич  
Институт физики твердого тела, материаловедения и технологий  
Национального научного центра «Харьковский физико-технический институт»,  
г. Харьков, Украина*

Проведены исследования на макете адсорбера, имитирующие образование угольной пыли в его приповерхностном слое адсорбента. Показано, что уровень концентрации пылевой фракции в узком слое вблизи поверхности адсорбента оказывает решающее влияние на рост аэродинамического сопротивления фильтра. Приведены результаты испытания на ЗАЭС модернизированных фильтров АУ-1500.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Приточно-вытяжные вентиляционные системы атомных электростанций оснащены угольными йодными фильтрами (адсорберами) АУ-1500 и АУИ-1500-1. Фильтр представляет собой вертикальную колонну, заполненную в качестве адсорбента углем СКТ-3 или СКТ-3И (цилиндрические гранулы диаметром 1,8 и длиной 3,2 мм). Адсорберы призваны обеспечивать очистку помещений контролируемой зоны АЭС от радиоактивного йода и его летучих химических соединений, главным образом, йодистого метила  $\text{CH}_3\text{I}$ . На всех АЭС бывшего Советского Союза в результате длительной эксплуатации зафиксирован значительный рост аэродинамического сопротивления угольных адсорберов. Согласно данным Запорожской АЭС значения сопротивления (начиная с 1984 г.) за первые пять лет превысили паспортные данные в 10 раз, а уже через 2 последующих года вследствие экспоненциального роста сопротивление в 50 и более раз превосходило норму. Ненормативный рост аэродинамического сопротивления приводит к потере пропускной способности адсорберов для воздуха и может создать радиационно-опасную ситуацию вследствие накопления радиоактивных веществ в рабочих помещениях станции.

В результате проведенных расчетов [1] нами было показано, что к существенному росту аэродинамического сопротивления слоя углеродного адсорбента может приводить его истирание и последующее накопление пылевой фракции между гранулами адсорбента. Как показали исследования состояния 12-ти вышедших из строя и разобранных фильтров, в них действительно было обнаружено значительное количество мелкой и пылевой фракций угля (до 12%) [2]. Концентрация этих фракций уменьшалась в адсорбере сверху вниз по высоте слоя. Исследования, проведенные на макете адсорбера [2], моделирующие процессы, происходящие внутри реального фильтра, позволили выявить источник поступления пылевой фракции угля в верхний слой адсорбента. Несмотря на то, что слой адсорбента согласно конструкции должен быть посто-

янно сжат подпружиненной верхней сеткой, тем не менее, технологические недостатки изготовления фильтров приводят к образованию значительных зазоров между сеткой и поверхностью угля. При наличии таких локальных полостей между прижимной сеткой и поверхностью адсорбента вихревым потоком воздуха, действующим в полый верхней части адсорбера, приповерхностный слой адсорбента приводится в движение, истирается, и образующаяся пылевая фракция затягивается внутрь адсорбера [2].

Представлялось интересным выяснить, каким образом пылевая фракция, образующаяся в приповерхностном слое адсорбента, распределяется по высоте адсорбционного слоя, какая часть угольной пыли выводится из адсорбера с потоком воздуха и какое влияние на аэродинамическое сопротивление адсорбера оказывает характер распределения угольной пыли по высоте адсорбционного слоя. Для решения поставленной задачи нами был осуществлен эксперимент, в котором имитировалось на макете фильтра поступление угольной пыли в адсорбер из приповерхностного слоя адсорбента.

## 2. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Схематическое изображение макета фильтра представлено на рис.1. Слой адсорбента по высоте был разделен на четыре секции (счет снизу вверх).

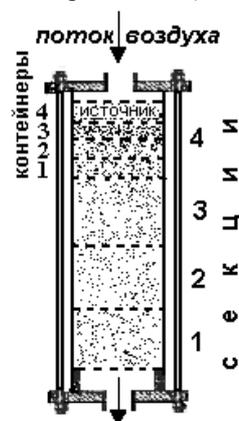


Рис. 1. Макет фильтра

Первая, вторая и третья секции отделялись друг от друга крупноячеистыми сетками. Четвертая секция набиралась из трех металлических контейнеров по 2,0 см высотой, в которых слой адсорбента был зажат между двумя сетками. Сверху был смонтирован 4-ый контейнер, исполнявший роль источника угольной пыли, которая затем при продувке воздуха поступала в адсорбер. Для эксперимента был отобран крупный однородный адсорбент (диаметр гранул 1,8, длина 3,2 мм), которым заполнялись все секции. В самый верхний контейнер при проведении каждого эксперимента помещалась тщательно перемешанная смесь адсорбента с угольной пылью. Размер угольных пылинок не превышал 10 мкм, что соответствовало среднему размеру частиц угольной пыли, извлеченной из отработавшего длительный срок адсорбера. Угольная пыль была получена предварительным принудительным истиранием адсорбента вне адсорбера. Пыль вводилась в начале каждого эксперимента в 4-ый контейнер небольшими порциями, не превышавшими 1,5 % от массы адсорбента в контейнере. Чтобы избежать накопления угольной пыли в 4-ом контейнере, адсорбент обновлялся в нем перед каждым экспериментом. Таким образом, были соблюдены одинаковые стартовые условия при проведении каждого эксперимента.

Масса каждого из 4-х контейнеров измерялась до и после очередного эксперимента, и по разности масс определялись: масса угольной пыли, поступившей в адсорбер из источника (4-го контейнера); масса пыли, задержавшейся в 1-ом, 2-ом и 3-ем контейнерах, и масса пыли, ушедшей в три нижние секции. Введем следующие обозначения:

$M_0$  – масса адсорбента во всём адсорбере;  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  – масса адсорбента в 1 – 3-ем контейнерах соответственно;  $m_0$  – суммарная масса пыли, поступившей из источника в адсорбер после эксперимента;  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  – суммарная масса пыли, накопившейся после эксперимента в 1 – 3-ем контейнерах соответственно;  $m_c$  – суммарная масса пыли, ушедшей в 3-и нижние секции ( $m_c = m_0 - m_1 - m_2 - m_3$ ).

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

#### 3.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЫЛИ В СЛОЕ АДСОРБЕНТА

На рис.2 для 1, 2 и 3-го контейнеров представлена зависимость относительной массы пыли, осевшей в каждом из контейнеров  $m_1/m_0$ ,  $m_2/m_0$  и  $m_3/m_0$  от  $m_0/(M_0+m_0)$  – массовой доли пылевой фракции, введенной в адсорбер, – (графики 1-3); а также зависимость относительной массы пыли, ушедшей в три нижние секции,  $m_c/m_0$  от  $m_0/(M_0+m_0)$  – (график 4).

На рис.3 для 1 – 3-го контейнеров приведена зависимость массовой доли угольной пыли в каждом контейнере –  $m_1/(M_1+m_1)$ ,  $m_2/(M_2+m_2)$ ,  $m_3/(M_3+m_3)$  от  $m_0/(M_0+m_0)$  – массовой доли введенной в адсорбер пылевой фракции (графики 1-3).

Из совместного анализа графиков, представленных на рис.2 и 3, можно сделать следующие выводы:

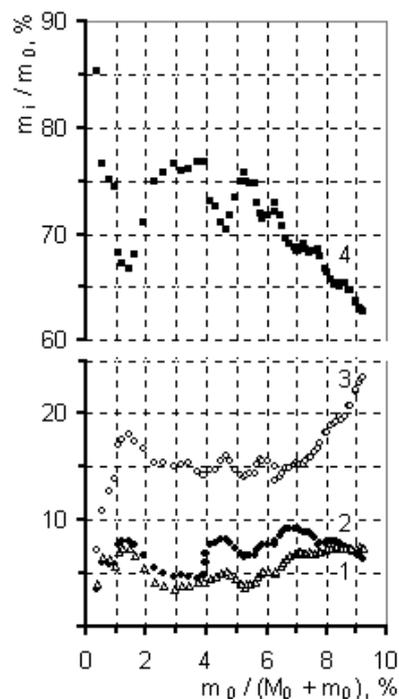


Рис.2. Зависимость отношения массы пыли, осевшей в 1-ом (1), 2-ом (2) и 3-ем (3) контейнерах и ушедшей в 1-3 секции (4), к общей массе пыли, поступившей в адсорбер, от массовой доли пылевой фракции, введенной в адсорбер;  $i$ -от 1 до 4

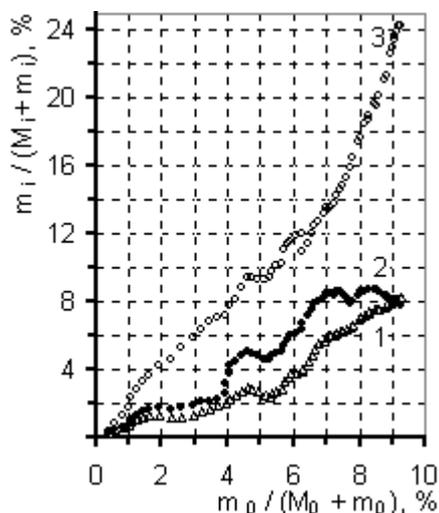


Рис.3. Зависимость массовой доли угольной пыли в 1-ом (1), 2-ом (2) и 3-ем (3) контейнерах от массовой доли пылевой фракции, введенной в адсорбер;  $i$ -от 1 до 3

1. При поступлении угольной пыли в слой адсорбента сверху малыми порциями в начальный период – [до 1,5 % по  $m_0/(M_0+m_0)$ ] наблюдается некоторое распределение пыли по высоте слоя: количество пыли, осаждающейся в 1 – 3-ем контейнерах, увеличивается, причем  $m_3/m_0$  – относительная масса пыли, задержавшейся в 3-ем контейнере, более чем в 2-а

раза превышает относительную массу пыли, осевшей в 1-ом -  $(m_1/m_0)$  и 2-ом -  $(m_2/m_0)$  контейнерах (см. графики 1-3 на рис.2). При этом,  $m_3/(M_3 + m_3)$  – массовая доля пыли в 3-ем контейнере уже почти в 2-а раза превышает концентрацию пыли во 2-ом и 1-ом контейнерах –  $[(m_2/(M_2+m_2))]$  и  $[(m_1/(M_1+m_1))]$  соответственно (см. графики 1-3 на рис.3).

2. На участке возрастания  $m_0/(M_0+m_0)$  от 2-х до 7% в 3-ем контейнере (см. график 3 на рис.2) задерживается при каждом эксперименте приблизительно 15 % от общего количества угольной пыли, вводимой в адсорбер. Массовая доля пыли в 3-ем контейнере (см. график 3 на рис. 3) при этом возрастает от 4-х до 14 %. Причем, концентрация пыли в 3-ем контейнере продолжает увеличиваться значительно быстрее, чем в 1-ом или 2-ом контейнерах (см. графики 1-3 на рис. 3).

3. Начиная с 7 % по  $m_0/(M_0+m_0)$  (см. график 3 на рис.2) наблюдается крутой рост количества угольной пыли, оседающей в 3-ем контейнере. Это, в свою очередь, ведет к более резкому подъему величины массовой доли пыли в 3-ем контейнере по сравнению с участком 1,5...7% по  $m_0/(M_0+m_0)$ . Например, (см. график 3 на рис.2), всего 3% пыли, дополнительно осевшей в 3-ем контейнере [от 15 до 18 %  $(m_3/m_0)$ ], приводят к увеличению концентрации пыли в этом контейнере до 18 % (см. график 3 на рис.3). Массовая доля пыли, поступившей в весь адсорбер, -  $m_0/(M_0+m_0)$ , увеличилась при этом всего на 1 %.

4. На участке от 7 до 9,2 % по  $m_0/(M_0+m_0)$  относительное количество угольной пыли, оседающей во 2-ом контейнере, уменьшается, а в 1-ом – остается приблизительно постоянным (см. графики 1-2 на рис.2). Концентрация пыли в 1-ом контейнере при этом слабо растет (на 2 %), во 2-ом - обнаруживает тенденцию к уменьшению; максимальная концентрация пыли в 1-ом и во 2-ом контейнерах составляет приблизительно по 8 %, в 3-ем – в три раза больше - (24 %) (см. графики 1-3 на рис. 3).

5. Масса пыли, оставшейся в 4-ой верхней секции, состоящей из трех контейнеров, после всех экспериментов, составляет 37 % от общей массы пыли, введенной в адсорбер. По трем контейнерам 4-ой секции относительная масса пыли распределилась сверху вниз следующим образом: 3-ий – 23,4%, 2-ой – 6,3 %, 1-ый – 7,3 %.

6. Как следует из графика 4 на рис.2, начиная с 5,2% по  $m_0/(M_0+m_0)$ , по мере того, как уменьшается пропускная способность 1-го, 2-го и, особенно, 3-го контейнеров, и вплоть до окончания эксперимента,  $m_0/m_0$  – относительная масса пыли, поступающей в три нижние секции адсорбера, обнаруживает четко выраженную тенденцию к снижению (от 76 до 63 %).

По окончании всего эксперимента путем сравнения конечной массы адсорбента вместе с угольной пылью в каждой из трех нижних секций с начальной массой адсорбента в них до опыта была определена масса пыли, задержавшейся в каждой из трёх нижних секций адсорбера. Распределение по секциям

(снизу вверх) массы пыли, задержавшейся в адсорбере, следующее: 1 – 4,2; 2 – 8,3; 3 – 6,3; 4 – 37 % (всего 55,8 %). Суммарная масса пыли в трех секциях (18,8 %) была сопоставлена с массой пыли, которая, согласно нашим расчетам, должна была поступить в секции к концу исследования, и составляла 63%. Разница между этими величинами соответствовала массе пыли, вынесенной из адсорбера с потоком воздуха. Оказалось, что масса вышедшей части пыли составляет 44,2 %.

Угольная пыль, оставшаяся в трёх нижних секциях, имела в них следующую усредненную концентрацию (снизу вверх): 1-ая -1,6; 2-ая -3,2; 3-я - 2,5 %.

### 3.2. УВЕЛИЧЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ СЛОЯ АДСОРБЕНТА ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В НЕГО УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ

Для того, чтобы выяснить, каким образом неравномерное распределение пыли по высоте адсорбционного слоя, сосредоточение ее в тонком приповерхностном слое адсорбента, влияет на аэродинамическое сопротивление фильтра, нами были сняты зависимости  $\Delta P$  - аэродинамического сопротивления от  $J$  - объемного потока воздуха для различных (от 0 до 9,3 %) значений  $m_0/(M_0+m_0)$  - массовой доли пылевой фракции, поступившей в адсорбер из источника (рис.4).

Графические кривые на рис.3 удовлетворительно описываются установленной в данной работе эмпирической степенной зависимостью  $\Delta P = k J^{1.5}$ . Характерно, что именно такая зависимость была получена экспериментально при проверке сопротивления фильтров при испытаниях на Белозерском энергомеханическом заводе. Обозначим:  $J_{max}$  - максимальный поток, достигнутый в каждом эксперименте;  $\Delta P_{max}$  - предельное для данного эксперимента аэродинамическое сопротивление, соответствующее этому максимальному потоку.

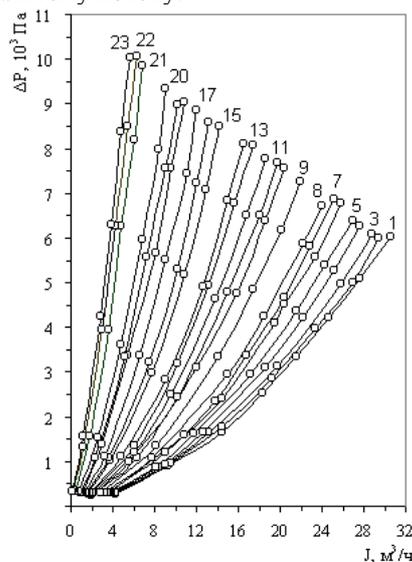


Рис.4. Зависимость аэродинамического сопротивления фильтра от потока воздуха при массовой доле пылевой фракции, поступившей в адсорбер: 0(1), 0,2(2), 0,4(3), 1,2(4), 1,9(5), 3,2(6), 5,1(7), 5,9(8),

6,7(9), 7,3(10), 7,5(11), 7,7(12), 7,8(13), 7,9(14),  
8,0(15), 8,1(16), 8,3(17), 8,5(18), 8,6(19), 8,7(20),  
8,8(21), 9,1(22), 9,2%(23)

График 1 на рис.4 соответствует слою чистого адсорбента, без добавления угольной пыли. По этому графику для каждого эксперимента с пылью было определено  $\Delta P_0$  - значение аэродинамического сопротивления, которое имел слой адсорбента без пыли при потоке воздуха, равном  $J_{\max}$ . Для каждого эксперимента относительное увеличение аэродинамического сопротивления постоянно (равно  $\Delta P_{\max}/\Delta P_0$ ) и не зависит от величины потока.

На графике 1 (рис.5) представлена зависимость относительного увеличения аэродинамического сопротивления -  $\Delta P_{\max}/\Delta P_0$  от  $m_0/(M_0+m_0)$  - массовой доли, введенной в адсорбер пылевой фракции. Как следует из совместного анализа графиков 1 (рис.5) и графиков на рис.3, на участке от 0 до 1,5 % по  $m_0/(M_0+m_0)$  отсутствует заметный рост аэродинамического сопротивления. Следовательно, 2-х сантиметровые запыленные слои адсорбента в верхней, 4-ой секции: 3-ий - с концентрацией пыли 4 %, а также 2-ой и 1-ый с концентрацией пылевой фракции около 2 % (см. рис. 3, графики 3-ий, 2-ой и 1-ый) практически не препятствуют свободному протеканию воздуха. Рост сопротивления также был бы очень мал и в случае равномерного (с концентрацией 1,5 %) распределения пыли по толщине слоя адсорбента (график 2 на рис. 5).

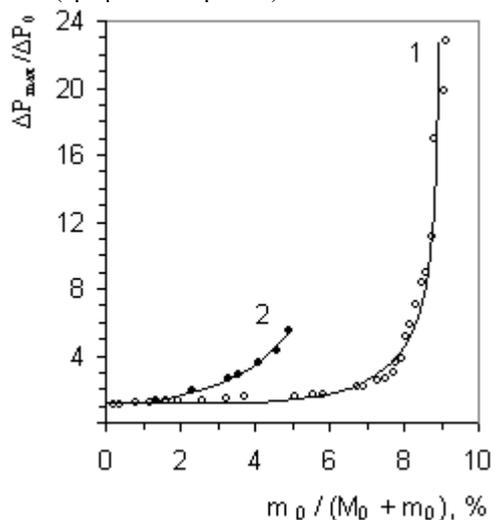


Рис.5. Зависимость относительного увеличения максимального аэродинамического сопротивления от массовой доли пылевой фракции, введенной в адсорбер; распределение угольной пыли по толщине адсорбционного слоя: 1 - неравномерное; 2 - равномерное

На участке от 1,5 до 7 % по  $m_0/(M_0+m_0)$  сопротивление возрастает в 2-а раза (см. график 1 на рис.5). Концентрация пыли при этом в 3-ем контейнере 4-ой секции 14 %, во 2-ом - 8,5%, в 1-ом - 6,5% (см. графики 3-1 на рис. 3). Вероятнее всего, на этом участке на аэродинамическое сопротивление оказывает влияние концентрация пыли во всех трех контейнерах. Следует отметить, что, если бы уголь-

ная пыль была равномерно распределена по высоте слоя адсорбента (с концентрацией, например, 5 %), то сопротивление увеличилось бы гораздо больше (приблизительно в 5,5 раза) (см. график 2 на рис.5). Уже дальнейшее увеличение концентрации угольной пыли в 3-ем контейнере до 18 % (см. график 3 на рис. 3) приводит к увеличению сопротивления в 5 раз (см. график 1 на рис.5). При этом в адсорбер добавлен всего 1 % пыли,  $[m_0/(M_0+m_0)]$  возрастает от 7 до 8 %. На этом участке концентрация пыли в 1-ом контейнере увеличивается всего на 0,5 %, а во 2-ом сохраняется прежней (см. графики 1-2 на рис.3), что свидетельствует о преобладающем влиянии концентрации пыли именно в самом верхнем, 3-ем контейнере на рост аэродинамического сопротивления фильтра.

Дополнительное введение в адсорбер всего 1,2% угольной пыли  $[m_0/(M_0+m_0)]$  увеличивается от 8 до 9,2 %] ведет к существенному росту концентрации пыли в 3-ем контейнере (до 24 %) (см. график 3 на рис.3). Аэродинамическое сопротивление при этом резко возрастает ( $\Delta P_{\max}/\Delta P_0$  увеличивается от 5 и до 23-х) (см. график 1 на рис.5). Масса пыли, накопившаяся в 3-ем контейнере, составляет всего 23,4 % от общей массы пыли, поступившей в адсорбер. Если бы это количество угольной пыли было распределено равномерно по всему слою адсорбента, то концентрация пыли в адсорбере составила бы 2,3 %, и, как видно из графика 2 на рис.5, сопротивление при этом увеличилось бы не в 23, а всего в 2 раза. Следовательно, уровень концентрации угольной пыли в самом верхнем, 3-ем контейнере оказывает решающее влияние на рост аэродинамического сопротивления фильтра.

Таким образом, даже очень медленное (небольшими порциями, по 0,12 % от общей массы адсорбента) поступление из поверхностного слоя угольной пыли в адсорбер оказывает чрезвычайно негативное влияние на работу фильтра: узкий слой адсорбента под поверхностью сетки быстро накапливает угольную пыль, аэродинамическое сопротивление фильтра возрастает в десятки раз.

В реальных адсорберах это явление усугубляется еще и тем, что при долговременном истирании гранул поверхностного слоя увеличивается зазор между верхней прижимной сеткой и поверхностью адсорбента, так как, якобы «подвижная», сетка не следит за опусканием поверхности слоя адсорбента. Это связано с тем, что, как показали разборки вышедших из строя фильтров, щель между корпусом и краем сетки по периметру не свободна, а туго забита асбестовым шнуром. Расширение зазора приводит к более интенсивному истиранию гранул, следовательно, к дополнительному увеличению массы угольной пыли, поступающей в адсорбер. Как показали наши предварительные исследования на макете адсорбера, если вводить в приповерхностный 2-х сантиметровый слой адсорбента большие порции угольной пыли (при каждом эксперименте - до 3 % от массы слоя), то до 90 % массовой доли пыли, оставшейся в макете, задерживается вблизи поверх-

ности [4]. Поэтому со временем аэродинамическое сопротивление в реальном адсорбере будет возрастать более резко, чем в наших модельных экспериментах на макете. Причем, чем больше исходный объем локальных полостей под поверхностью сетки, тем быстрее будет расти аэродинамическое сопротивление фильтра.

### 3.3. ВОЗМОЖНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗАПЫЛЕННЫХ ФИЛЬТРОВ, ИСПЫТАНИЯ ВОССТАНОВЛЕННЫХ ФИЛЬТРОВ НА ЗАЭС

Проведенные расчетные и исследовательские работы [1-3] выявили причины ненормативного роста аэродинамического сопротивления угольных йодных фильтров на АЭС в течение их эксплуатации. Одновременно эти работы показали возможность избежать истирания адсорбента и накопления пылевой фракции в адсорбере путем определенных конструктивных изменений верхней прижимной решетки и сетки (см. "Патент Украины на полезную модель № 582" от 16.10.2000 г. [4]). Кроме того, предложена и апробирована технология восстановления фильтров, вышедших из строя по причине недопустимого возрастания аэродинамического сопротивления. 10 восстановленных адсорберов АУ-1500 с модернизированной системой организации потока воздуха и прижима верхней сетки к слою адсорбента были установлены на различных системах вентиляции Запорожской АЭС. Их испытания в течение 2-х лет показали, что увеличение аэродинамического сопротивления незначительно (№: 1, 5, 6, 7) или находится в пределах погрешности измерений (№: 2, 4, 8, 9, 10). Полученные экспериментальные данные об опытной эксплуатации приведены на рис. 6-14 [один из восстановленных адсорберов (№3) по техническим причинам эксплуатировался очень короткое время]. На каждом из этих рисунков приведена аналитическая форма зависимости сопротивления  $\Delta P$  от времени эксплуатации  $t$  со средними квадратичными ошибками в параметрах. Значения  $\Delta P$  приведены к одному потоку ( $J=1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ) по формуле  $\Delta P = \Delta P_{\phi} (J/J_{\phi})^{1,5}$ , где  $\Delta P_{\phi}$  и  $J_{\phi}$  – фактические значения аэродинамического сопротивления и объемного потока соответственно.

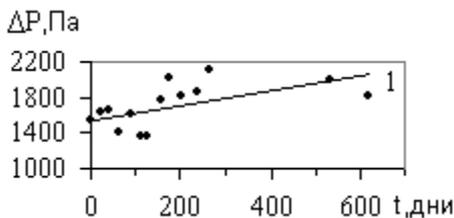


Рис. 6.  $\Delta P = (1570 \pm 80) + (0,8 \pm 0,3) t$

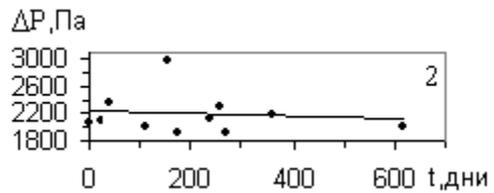


Рис. 7.  $\Delta P = (2200 \pm 200) + (-0,3 \pm 0,6) t$

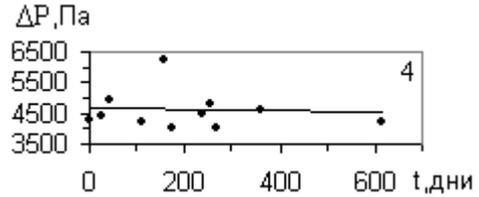


Рис. 8.  $\Delta P = (4700 \pm 300) + (-0,6 \pm 1,2) t$

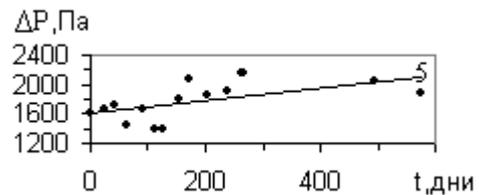


Рис. 9.  $\Delta P = (1600 \pm 90) + (0,9 \pm 0,4) t$

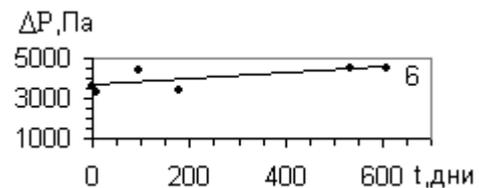


Рис. 10.  $\Delta P = (3600 \pm 300) + (1,6 \pm 0,8) t$

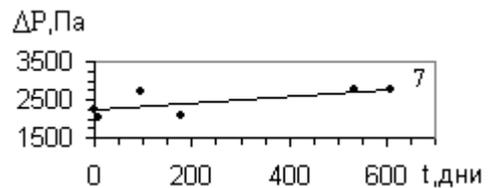


Рис. 11.  $\Delta P = (2200 \pm 200) + (1,0 \pm 0,5) t$

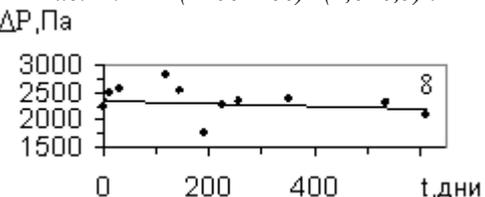


Рис. 12.  $\Delta P = (2400 \pm 100) + (-0,5 \pm 0,4) t$

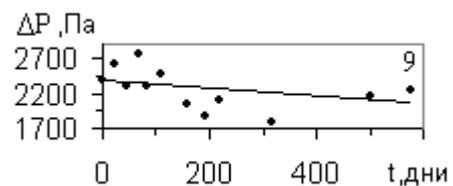


Рис. 13.  $\Delta P = (2400 \pm 100) + (-0,7 \pm 0,4) t$

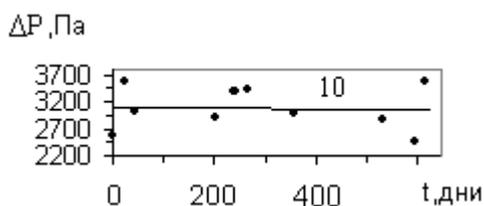


Рис. 14.  $\Delta P = (3000 \pm 200) + (-0,1 \pm 0,6) t$

#### 4. ВЫВОДЫ

1. Поступающая в толщу адсорбента из его поверхностного слоя угольная пыль имеет тенденцию накапливаться в относительно тонком верхнем слое. При этом аэродинамическое сопротивление сильно возрастает.

Градиентный характер распределения пыли по высоте адсорбционного слоя и резкий рост аэродинамического сопротивления после достижения критического значения концентрации угольной пыли в узком приповерхностном слое ( $\approx 18\%$ ) объясняют тот факт, зафиксированный на ЗАЭС, что в первые 5 лет эксплуатации сопротивление возрастает в 10 раз, а в последующие 2 года – гораздо резче: в 50 и более раз.

2. В реальном адсорбере, имеющем технологические недостатки: локальные полости между прижимной сеткой и поверхностью адсорбента, со временем в приповерхностном слое накопится критическое количество пылевой угольной фракции, которое сделает этот слой практически непреодолимым для потока воздуха, – адсорбер выйдет из строя.

3. Значительная часть угольной пыли, образующейся при истирании адсорбента, особенно в первоначальный период эксплуатации фильтра, выносятся из адсорбера с потоком воздуха. Вместе с этой пылью выходят и радионуклиды, адсорбированные активным углем, что представляет несомненную опасность для окружающей среды. Поэтому при использовании не модернизированных по нашей тех-

нологии фильтров Белозерского завода желательно иметь дополнительные аэрозольные фильтры на выходе йодных адсорберов.

4. Разработанные в ННЦ ХФТИ изменения в конструкции йодных фильтров, как показали испытания восстановленных адсорберов в составе систем вентиляции ЗАЭС в течение 2-х лет, гарантируют неподвижность слоя угольного адсорбента и, следовательно, отсутствие истирания его гранул с образованием угольной пыли. Благодаря этому срок службы адсорберов значительно возрастает.

#### 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. 82, вып.4, с. 279–283.
2. 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 сопротивления фильтров типа АУ-1500 систем вентиляции АЭС // *Атомная энергия*. 2000, т. 88, вып.1, с. 74–76.
3. Л.И. Федорова, П.Я. Полтинин, Л.В. Карнацевич, М.А. Хажмурадов, С.О. Лысцов. Адсорбер. «Патент Украины на корисну модель №582» от 16.10.2000 г.
4. Л.И. Федорова, П.Я. Полтинин, Л.В. Карнацевич, В.Б. Кулько. О характере распределения угольной пылевой фракции в адсорбенте СКТ-3 йодных фильтров типа АУ-1500 при их длительной эксплуатации в системах вентиляции АЭС // *Вопросы атомной науки и техники*. Серия: «Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение». 2002, № 3(81), с. 99–100.

### ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ НАГРОМАДЖЕННЯ ПИЛОВОЇ ВУГІЛЬНОЇ ФРАКЦІЇ В ШАРІ АДСОРБЕНТУ НА ЗРІСТ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ ВУГІЛЬНИХ ЙОДНИХ ФІЛЬТРІВ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ АЕС

*І.М. Неклюдов, Л.І. Фьодорова, П.Я. Полтінін, Л.В. Карнацевич*

Проведено дослідження на макеті адсорбера, що імітують утворення вугільного пилу в приповерхньому шарі адсорбенту. Показано, що рівень концентрації пилової фракції у вузькому шарі поблизу поверхні адсорбенту здійснює вирішальний вплив на ріст аеродинамічного опору фільтра. Приведено результати іспитів на ЗАЕС модернізованих фільтрів АУ-1500.

### INFLUENCE OF FEATURES OF ACCUMULATION DUST COAL FRACTION IN LAYER OF ADSORBENT ON GROWTH OF AERODYNAMIC RESISTANCE OF COAL IODINE FILTERS OF NPP's VENTILATION SYSTEMS

*I.M. Neklyudov, L.I. Fedorova, P.Ya. Poltinin, L.V. Karnatsevich*

The researches on a breadboard of the adsorber, simulating formation of a coal dust in surface layer of adsorbent are carried out. It is shown, that the quantity of concentration of dust fraction in a narrow layer near to a adsorbent surface gives the deciding influence on growth of aerodynamic resistance of the filter. Results of test on NPP modernized filters AU-1500 are given.