



УДК 661.183.2 : 66.022.3 : 628.3

## Применение активного угля, модифицированного гидроксидом калия, в очистке сточной воды на действующем предприятии

Мухин В.М.<sup>1</sup>, Курилкин А.А.<sup>1</sup>, Клушин В.Н.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Открытое акционерное общество «Электростальское Научно-Производственное Объединение «Неорганика» (ОАО «ЭНПО «Неорганика»), Электросталь

<sup>2</sup>Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (РХТУ), Москва

Поступила в редакцию 13.02.2013 г.

### Аннотация

В работе приведено сравнение эффективности очистки сточной воды Московского коксоголового завода активным углём, модифицированным гидроксидом калия, и промышленным углём. Показано, что за счёт более развитой структуры сорбирующих пор трёхкратное снижение показателя химического потребления кислорода (ХПК) достигается в 1,5 раза быстрее в случае использования модифицированного угля.

**Ключевые слова:** активный уголь, сорбирующие поры, гидроксид калия, сточная вода, химическое потребление кислорода (ХПК), время контакта.

In the work the efficiencies of the purification of waste water of Moscow coke-gaseous plant by active carbon modified by potassium hydroxide and by commercial active carbon are compared. It showed that a due to more developed structure of sorption pores the reduction of Chemical Oxygen Demand (COD) in 3 times is in 1,5 times faster in case of using the carbon modified.

**Keywords:** active carbon, sorption pores, potassium hydroxide, waste water, Chemical Oxygen Demand (COD), time of contact

### Введение

Установлено [1], что активные угли, получаемые методом химической активации, обладают большей однородностью структуры пор по сравнению с углями, например, парогазовой активации. Путём введения неорганической добавки на примере едкого калия с оптимальной концентрацией 1,5% масс. в угольно-смоляную пасту было показано, что время активирования сокращается, а, следовательно, повышается скорость стадии активации. Обнаружено, что при этом механическая прочность остаётся на уровне 90% и наблюдается повышение объёма мезопор ~ в 2 раза и снижение объёма макропор ~ в 2,5 раза.

На основании теории углеродных адсорбентов [2-4], авторы работы предположили эффективность применения активных углей с добавкой КОН в промышленности. Таким образом, целью работы явилось изучение эффективности

очистки сточной воды Московского коксогазового завода с помощью полученных углеродных адсорбентов

### Эксперимент

Объектом очистки была сточная вода выпуска № 1 коксохимического производства Московского коксогазового завода с начальным показателем ХПК 86 мг [О]/л. Используемый в процессе очистки образец активного угля марки АГ-К3 удовлетворял требованиям технологического регламента и технических условий [5, б], в качестве образца сравнения был использован отечественный аналог – активный уголь АГ-3 [7]. Доза углеродных адсорбентов составляла 1 г/л.

Отфильтрованную от механических примесей сточную воду в количестве 20 л заливали в цилиндрическую пластиковую ёмкость объёмом 30 л, снабжённую возле донной части двумя диаметрально противоположно расположенными стальными штуцерами внутренним диаметром 10 мм. Выходное отверстие входного штуцера было снабжено фиксированным на штуцере жестяным экраном для изменения движения выходящей из штуцера струи реакционной пульпы на тангенциальное направление. Наружные концы обоих штуцеров соединялись силиконовым шлангом с приводимым в действие электродвигателем перистальтическим насосом, обеспечивающим при производительности 27 л/мин интенсивный турбулентный поток в названной реакционной ёмкости.

При выполнении испытаний включали перистальтический насос, после чего в реакционную ёмкость с циркулирующей сточной водой высыпали 20 г зёрен активного угля, предварительно раздробленного с отсевом фракции 1-2 мм, и одновременно фиксировали время начала опыта. В ходе каждого опыта через определенные промежутки времени отбирали порцию реакционной суспензии, сразу после отбора разделяя твердую и жидкую фазы отобранной пробы фильтрованием через пористый стеклянный фильтр. Жидкую фазу (фильтрат) каждой пробы анализировали с целью определения величины показателя ХПК согласно методике, изложенной в работе [8].

### Обсуждение результатов

Результаты выполненных исследований по определению эффективности углеродных сорбентов по очистке сточной воды Московского коксогазового завода характеризуют данные, представленные на рис. 1.

Кинетику снижения ХПК сточной воды можно представить следующими зависимостями:

$$\text{ХПК}_{\text{АГ-К3}} = -4 \cdot 10^{-8} \tau^5 + 10^{-5} \tau^4 - 1,8 \cdot 10^{-3} \tau^3 + 1,204 \cdot 10^{-1} \tau^2 - 4,2207 \tau + 85,702$$

$$R^2 = 0,9982$$

$$\text{ХПК}_{\text{АГ-3}} = -4 \cdot 10^{-8} \tau^5 + 10^{-5} \tau^4 - 1,5 \cdot 10^{-3} \tau^3 + 8,84 \cdot 10^{-2} \tau^2 - 3,15 \tau + 83,101$$

$$R^2 = 0,9957$$

где  $\tau$  – время контакта.

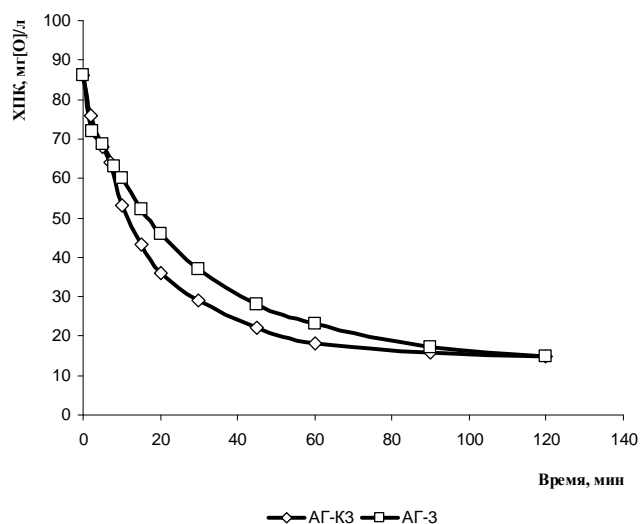


Рис. 1. Кинетика снижения ХПК сточной воды

Как следует из рис. 1, активный уголь АГ-КЗ обеспечивает трёхкратное снижение показателя ХПК за время контакта в полтора раза меньшее, чем отечественный аналог (30 и 45 минут, соответственно). Такая повышенная кинетическая активность обусловлена, вероятно, особенностями пористой структуры и характера поверхности разработанного углеродного сорбента и свидетельствует о целесообразности его практического применения в технологиях очистки сточных вод коксохимического производства.

Установлено, что добавка гидроксида калия в угольную основу в количестве 1,5% масс. способствует значительному росту объёма сорбирующих пор, в частности, мезопор, которые играют важную роль в поглощении как низко-, так и высокомолекулярных загрязняющих веществ. Можно предположить высокую эффективность получаемых активных углей во многих областях промышленности, одной из таких областей является очистка поступающих с предприятий в окружающую среду сточных вод.

На основании полученных результатов авторы рекомендуют использование активного угля АГ-КЗ в сфере очистки сточных вод.

### Список литературы

1. Курилкин А.А., Мухин В.М., Киреев С.Г., Каргальцева Л.А. Углеродные адсорбенты, модифицированные гидроксидом калия// Сорбционные и хроматографические процессы. 2010. Т.10. Вып.4. С.515-521.
2. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. М.: Химия, 1984. 592 с.
3. Мухин В.М., Тарасов А.В., Клушин В.Н. Активные угли России. Под общ. ред. А.В.Тарасова. М.: Металлургия. 2000. 352 с.
4. Мухин В.М., Клушин В.Н. Производство и применение углеродных адсорбентов. М.: РХТУ им. Д.И.Менделеева. 2012. 307 с.
5. ВТР 2568-392-04838763-2011. Временный технологический регламент изготовления активного угля АГ-КЗ. ОАО «ЭНПО «Неорганика», 2011 г.
6. ТУ 2568-391-04838763-2011. Уголь активный марки АГ-КЗ. Технические условия. ОАО «ЭНПО «Неорганика», 2011 г.

---

7. Технологический регламент производства угля активного гранулированного АГ-3, АГ-3у, АГ-5, № 6-16-2184-77.

8. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. 448 с.

---

**Мухин Виктор Михайлович** – д.т.н., проф., начальник лаборатории активных углей в ОАО «ЭНПО «Неорганика», Электросталь, тел. (49657)5-50-06

**Курилкин Александр Александрович** – младший научный сотрудник в ОАО «ЭНПО «Неорганика», Электросталь

**Клушин Виталий Николаевич** – д.т.н., проф. РХТУ им. Д.И. Менделеева, Электросталь

**Mukhin Victor M.** – DTS, prof., chief of the laboratory of active carbons, JSC “ESPE “Neorganika”, Elektrostal, e-mail: [neorg.el@mail.ru](mailto:neorg.el@mail.ru)

**Kurilkin Alexandr A.** – junior scientific researcher, JSC “ESPE “Neorganika” Elektrostal

**Klushin Vitaly N.** - DTS, prof., MUCTR, Elektrostal