



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

## **1. Введение.**

### **1.1 Определение активированного угля.**

Активированный уголь, изготовленный промышленным способом, легок в обращении; продукты на основе каменного угля имеют пористую структуру и большую внутреннюю поверхность. Они могут адсорбировать широкий спектр веществ, то есть они в состоянии задерживать молекулы на их внутренней поверхности и поэтому называются 'адсорбентами'.

Объем поры активизированного углерода вообще больше чем 0.2 мл/г; внутренняя поверхность больше чем 400 м<sup>2</sup>/г. Ширина поры имеет размер от 0.3 нанометров до нескольких тысяч нанометров (nm = нанометр, 1nm = 10<sup>-9</sup> см).

\*) Определение согласно CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)

### **1.2 Структура активированного угля**

Клеточная структура органического основного материала активированного углерода может быть рассмотрена при помощи микроскопа увеличением 300 X. Молекулярная структура активизированного углерода содержит графит в виде платформ, которые имеют ширину нескольких атомов. Они образуют стенки молекулярных пор (поры активированного углерода). Обычно шестиугольные С-кольца имеют прерывистый вид. Из-за этого структурного дефекта могут происходить реакции в местах разрыва С-кольца.

Поры классифицированы согласно их диаметру:

Микро поры имеют радиус меньше чем 1 нанометров (= 10 Ангстремов).

Мезо поры имеют радиус 1-25 нанометров.

Макро-поры имеют радиус, больший чем 25 нанометров.



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

### 1.3 Производство

Активированный уголь может быть изготовлен из любого углеродосодержащего материала. Силкарбон - активированный уголь, изготавливается из: Кокосовой скорлупы / каменного угля / дерева

Производство активированного угля из непористой, каменноугольной материнской породы называют "активацией". При активации образуются микрокристаллические пустоты, содержащие большое количество произвольно распределенных пор различных размеров. Различают два производственных метода активации:

Паровая активация: достигается при 700-900°C, при которой происходит частичное окисление углерода. Необходимые поры образуются во внутренней структуре угля. Результат – образуется мелкопористый активированный уголь.

Химическая активация: некоксуемое сырье смешивается с обезвоживающей субстанцией (цинковый хлорид или фосфорная кислота) и впоследствии нагревается до 400-600°C. В результате образуется грубо-пористый активированный уголь (Silcarbon CW20, Silcarbon TC303), используемый для обесцвечивания.

### 1.4 Определение адсорбции

Накопление веществ в пограничном слое фазы называют адсорбцией. Адсорбция в твердой фазе может произойти при прохождении газа или жидкого вещества. Десорбция – выделение веществ накопленных в процессе абсорбции.

Физическая адсорбция и хемосорбции

Адсорбция может различаться на физическую адсорбцию и хемосорбцию. Физическая адсорбция происходит главным образом в результате действия сил Ван Дер Ваальса. Химические свойства адсорбируемых веществ неизменны. Физическая адсорбция обратима, то есть адсорбируемые вещества могут быть отделены от поверхности и возвращены в их первоначальное состояние при определенных условиях. В хемосорбциях, адсорбируемое вещество связано с поверхностью посредством химических связей, изменяя его химические свойства. Хемосорбции не обратима.



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

### **1.5 Адсорбируемые вещества**

Органические и неполярные вещества могут адсорбироваться активированным углем.

Растворители (хлорируемые углеводороды).

Красители.

Нефть.

Лучше адсорбируются:

Высоко молекулярные вещества.

Вещества с неполярной структурой

Возможности сорбции увеличиваются с уменьшением растворимости в воде, с большей неполярностью структуры и увеличением молекулярной массы.

### **1.6 Представление адсорбции**

Посредством адсорбционной изотермы процесс адсорбции представлен как функция концентрации вещества, которое должно быть адсорбировано. Адсорбционная изотерма описывает равновесие между:

Веществом в жидкости или в воздухе, которое должно быть адсорбировано (оставшаяся концентрация) и адсорбированным веществом в активизированном угле (максимальное количество при той же самой остаточной концентрации).

Обычно максимальная емкость увеличивается с более высокой концентрацией.



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

## **Типы активированного угля**

### **2.1. Типы активированного угля.**

Различают три типа активированного угля : порошок активированный уголь, гранулированный активированный уголь и формованный активированный углерод.

#### **2.1.1. Порошковый активированный уголь.**

Согласно СЕFIC, порошок активированный уголь определяется как активированный уголь, с размером частиц менее чем 0.18 мм ( более чем 90 %). Порошковый уголь используется для промышленной жидкой очистки (включая очистку сточных вод). После адсорбции порошок активированный уголь должен быть отделен от жидкости посредством фильтрации.

#### **2.1.2. Гранулированный активированный уголь.**

Согласно СЕFIC, гранулированный активированный уголь определяется как активированный уголь с размером частиц более чем 0,18 мм ( более чем 90 %). Гранулированный уголь содержит частицы различного диаметра. Это определяется размерами, в которые вписывается уголь, при этом допустимые отклонения +- 5 % .

Гранулированный уголь используется для жидкой очистки, главным образом для водной очистки. С этой целью материал помещается в фильтры или адсорбенты.

При этом только более крупные частицы (2-5 мм) используются для воздушной очистки.

#### **2.1.3. Формованный активированный уголь.**

Формованный активированный уголь – это активированный уголь в форме цилиндров с одинаковыми диаметрами, но различными длинами. Формованный активированный уголь Silcarbon имеет следующий диаметр: 0.8, 1.0, 1.5, 2, 3 и 4 мм. Формованный уголь используется для воздушной или газовой очистки. С этой целью активированный уголь помещается в фильтры или адсорбенты.



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

## 2.2 Прикладные области порошкового активированного углерода

Жидкая очистка:

Питьевая вода. Подготовка воды для напитков  
Гальванопокрытие

Основные и сточные воды  
Фармацевтические препараты  
Обесцвечивание

Подготовка воды для плавательного бассейнов  
Очистка пищевых продуктов  
Лекарства

Типы активированного угля Силкарбон :

Активированный уголь активированный паром : **Silcarbon серии TH90 и Silcarbon Med.**

Химически активированный уголь (с крупными порами): **Silcarbon CW20 и Silcarbon CW30.**

Области применения порошкового угля Silcarbon :

### **Уголь , активизированный паром**

Адсорбция микро-загрязнений: хлорированные углеводороды, пестициды, и удаление неприятных запахов

Уголь для медицинского использования ( Silcarbon Med extra ).

Химически активированный уголь

Обесцвечивание.

Адсорбция крупных молекул.



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

## Прикладные методы

Лабораторные эксперименты с жидкостью, которая обрабатывается активированным углем необходимы для определения:

Подбора наилучшего типа активированного угля,  
Определения точного количества активированного угля для использования,  
Расчет оптимального времени контакта.

Активированный порошкообразный уголь смешивается с жидкостью, которая должна быть очищена. Смесь затем перекачивается в емкость-резервуар. Загруженный активированный уголь должен быть затем отделен посредством соответствующих фильтров. Один из возможных методов разделения - использование действующих фильтров с дополнительным фильтром специального типа. Другой возможный метод – послойная фильтрация. Этим методом активированный уголь перекачивается с одного фильтра на другой подходящий фильтр, например барабанный фильтр. Отфильтрованный раствор затем отделяется и фильтруется



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

### 2.3 Области применения для гранулированного активированного угля.

Различают следующие типы гранулированного кокосового активированного угля :

<b>Silcarbon K0.3-0.8</b>	<b>(0.3 - 0.8 мм)</b>
<b>Silcarbon K 835 и S835</b>	<b>(0.5 - 2.5 мм)</b>
<b>Silcarbon K 814 и S814</b>	<b>(1.4 - 2.5 мм)</b>
<b>Silcarbon K 835 special и S835special</b>	<b>(0.5 - 2.5 мм)</b>
<b>Silcarbon K 300</b>	<b>(0.7 - 1.4 мм)</b>

#### Применение : очистка воды

Сточные воды  
Вода для аквариумов

Грунтовые воды  
Гальванопокрытия

Вода для плавательных бассейнов  
Подготовка воды для напитков

Питьевая вода  
Обесцвечивание

### 2. Крупные частицы: 3 - 5 мм

<b>Silcarbon K 48 и S48</b>	<b>(2.4 - 4.8 мм)</b>
<b>Silcarbon C 46</b>	<b>(3 - 5 мм)</b>

Главным образом применяется для очистки воздуха (иногда также используется для очистки воды, где требуется снижение давления на единице площади фильтра ).

Очистка воды.

Вода классифицируется на сточную, грунтовую и питьевую. Характерная особенностью этой классификации является концентрация загрязнителей, которые могут быть растворителями, пестицидами и/или галогено- углеводородами, типа хлорированных углеводородов и CFC's. Различают следующие диапазоны концентрации, в зависимости от растворимости:

- 10 - 350 (г/литр для питьевой воды)
- 10 - 1000 (г/литр для грунтовых вод)
- 10 - 2000 мг / г/ литр для сточных вод



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

Водная обработка бассейнов не соответствует этой классификации, так как здесь мы имеем дело с дехлорированием и деозонированием, а не с чистым адсорбционным удалением загрязнителя. Дехлорирование и деозонирование эффективно применяется при обработке воды плавательных бассейнов с применением активированного угля из кокосовой скорлупы, который имеет преимущества из-за большой адсорбционной поверхности и поэтому имеет превосходный дехлорирующий эффект с высокой плотностью. Высокая плотность позволяет обратному потоку, не вымывать активированный уголь из фильтра.

Обработка воды почти всегда выполняется в следующей последовательности:

Удаление плавающих веществ.

Адсорбция загрязнителей в активизированном углероде.

Прикладные методы

Гранулированный активированный уголь применяется в неподвижных стационарных адсорбционных системах. Загрязненная вода течет через постоянный слой активированного угля (главным образом сверху вниз). Для свободного функционирования этой адсорбционной системы вода должна быть свободна от любых твердых частиц. Это можно гарантировать соответствующей предобработкой (например посредством песочного фильтра). Частицы, которые попадают в неподвижный фильтр, могут быть удалены встречным потоком адсорбционной системы.

Особенности проведения водной обработки характеризуются следующим:

Время контакта:	15 - 60 мин..
Расход:	5 - 15 метров/час
Высота неподвижного фильтра:	не менее 0.5 м., главным образом 2 - 3 м.
Отношение между высотой и диаметром:	приблизительно 2: 1
Расход возможного встречного потока	30 - 50 метров/час (30%-ое увеличение)





**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

## 2.4 Применение формованного гранулированного угля.

Гранулированный активированный уголь классифицируется согласно диаметру:

- 0.8 мм Silcarbon 0.8supra**
- 1.5 мм: Silcarbon SIL-15 extra, SC15,**
- 2 мм Silcarbon SIL20**
- 3 мм: Silcarbon SIL-40-3S**
- 4 мм: Silcarbon SIL-40, SC-40 и SC-44**

Области применения :

1.5 мм формованный активированный уголь :

**Сточные воды**  
**Очистка химикалий**  
**Воздушная очистка (малые фильтры)**  
**Очистка воды аквариумов**

4 мм формованный активированный углерод:

воздушная и газовая очистка

Воздушная очистка

При многих производственных процессах испускаются вредные газы. Эти ядовитые вещества не должны выделяться в воздух. Наиболее часто встречающиеся в воздухе ядовитые вещества - растворители, которые являются необходимыми для производства материалов повседневного спроса. Для разделения растворителей (главным образом углеводородов, типа хлорированных углеводородов и CFCs), активированный уголь может успешно применяться из-за его водоотталкивающих свойств.

Воздушная очистка подразделяется на воздушную очистку загрязненного воздуха и восстановление растворителей в соответствии с количеством и концентрацией загрязнителя в воздухе. При высокой концентрации, дешевле восстанавливать растворители из активированного углерода (например посредством пара). Но если ядовитые вещества существуют при очень низкой концентрации или в смеси, которая не может быть многократно использована, применяется формованный активированный уголь одноразового использования.



# Silcarbon

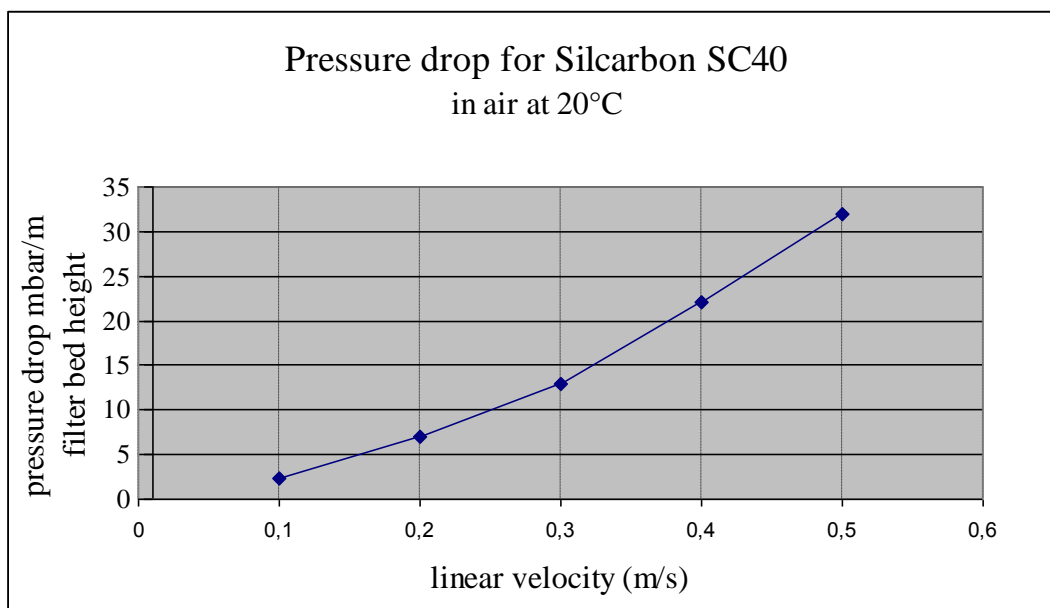
A k t i v k o h l e

## Области применения.

Формованный активированный уголь применяется в неподвижных адсорбционных системах. Загрязненные вентиляционные струи через постоянный слой угля проходят в одном направлении (главным образом снизу вверх). Особенности воздушной и газовой очистки могут характеризоваться следующим образом :

Расход: 0.1 - 0.5 м/секунду  
Время контакта с углем: приблизительно 0.1 - 0.5 секунды  
Высота неподвижной системы: не менее 0.5 м., в основном 1 - 3 м.

Снижение давления в фильтрующем слое зависит главным образом от высоты размещения активированного угля в "теле" фильтра, размера частиц и скорости поступающего воздуха. Для активированного угля с размером частиц 4 мм снижение давления изображено в диаграмме ниже.



—



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

### 3. Инпрегнированный активированный уголь

#### 3.1 Типы инпрегнированного активированного угля.

Торговая марка угля	Тип активированного угля	Активная субстанция	Область применения
AG 03	Гранулированный Уголь	Серебро	Питьевая вода
ССА 4	4 мм формованный уголь	Различные	Фосфин,арсин
J 42	4 мм формованный уголь	Иод	Двуокись серы
SQ 21	3 мм формованный Уголь	Сера	Ртуть
KC 10	Гранулированный уголь	Щелочь	Газообразные кислоты и газы (хлор, Двуокись,серы,двуокись азота
ZS 41	4 мм формованный уголь	Кислота	Газообразные щелочи, аммиак

#### 3.2. Применение

**Главная область применения для инпрегнированного активированного угля - очистка воздуха.**

Загрязненный воздух в результате многих технических процессов содержит ядовитые вещества, которые не могут быть полностью удалены посредством обычного активированного угля. Эти ядовитые вещества, главным образом - неорганические или нестабильные, полярные вещества, смогут быть очень ядовитыми даже при небольшой концентрации. В этом случае применяется инпрегнированный активированный уголь. Иногда различными промежуточными химическими реакциями между компонентом загрязнителя и активным веществом в активированном угле, загрязнитель может быть полностью удален из загрязненного воздуха (хемосорбция).



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

---

#### 4 .Рециркуляция

Активированный уголь адсорбирует органические вещества из воды и воздуха. Поэтому он может очистить воду или воздух, который загрязнен этими веществами. Так как адсорбция - обратимый процесс и не изменяет поверхностный или химический состав активированного угля, загрязнители могут быть удалены из активированного угля посредством десорбции

#### 4.1 Десорбция

Десорбция - выделение адсорбированных веществ . Сила Ван-дер- Вальса, которая является главной движущей силой в адсорбции, ослабляется, поэтому для того , чтобы загрязнитель мог быть удален с поверхности угля ,применяются три технических метода которые доказали свою надежность :

Метод температурных колебаний: эффект силы Ван-дер- Вальса уменьшается , при увеличении температуры. Температура увеличивается за счет горячего потока азота или увеличения давления пара при температуре 110 - 160°C.

Метод колебания давления: при уменьшении парциального давления, эффект силы Ван Дер Вальса уменьшается.

Экстракция : десорбция в жидких фазах. Адсорбированные вещества удаляются химически .

Все эти методы имеют неудобства, так как адсорбированные вещества не могут быть полностью удалены с поверхности угля. Значительное количество загрязнителя остается в порах активированного угля. При использовании паровой регенерации, 1/3 часть всех адсорбированных веществ все еще остается в активированном угле.



**Silcarbon**  
A k t i v k o h l e

## 4.2 Реактивация

Реактивация - полная регенерация активированного углерода посредством пара при температуре 600°C. Загрязнитель сжигается при этой температуре, не сжигая уголь. Это возможно из-за низкой концентрации кислорода и присутствия значительного количества пара. Водяной пар выборочно реагирует с адсорбированной органикой, проявляющей высокую реактивность в воде при этих высоких температурах, при этом происходит полное сгорание. Однако при этом нельзя избежать минимального сгорания угля. Эта потеря должна быть компенсирована новым углем. После реактивации часто происходит так, что активированный уголь показывает большую внутреннюю поверхность и более высокую реактивность чем оригинальный уголь. Эти факты обусловлены формированием дополнительных пор и коксуемых загрязнителей в активированном угле. Структура пор также изменяется – происходит их увеличение. Реактивация выполняется в печи для реактивации. Есть три типа печей:

ротационные печи

шахтные печи

печи с изменяемым газовым потоком

Активированный уголь Силкарбон реактивируется в печах с изменяемым газовым потоком. Эта печь имеет преимущества из-за низких потерь при сгорании и трении. Активированный уголь загружается в поток воздуха и при этом газы сгорания могут быть унесены вверх через решетку. Активированный уголь частично становится текучим благодаря интенсивному газовому потоку. Газы также транспортируют продукты сгорания при реактивации из активированного угля в камеру дожигания. Воздух добавляется в дожигатель, таким образом газы, которые не были полностью воспламенены, могут теперь быть сожжены. Температура увеличивается приблизительно до 1200°C. После сгорания газ течет к газовому моечному аппарату, в котором газ охлаждается до температуры между 50 и 100°C в результате охлаждения водой и воздухом. В этой камере соляная кислота, которая образуется адсорбированными хлоруглеводородами из очищенного активированного угля, нейтрализуется гидроокисью натрия. Благодаря высокой температуре и быстрому охлаждению не происходит образования ядовитых газов ( типа диоксинов и фуранов).