

УДК 541.183

## **СОРБЦИЯ НИКЕЛЯ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ ОПАЛ–КРИСТОБАЛИТОВЫХ ПОРОД**

И.М. Фоминых, Ю.А. Галкин, А.Ф. Никифоров,  
Ю.В. Аникин, И.С.Шелкова, О.С. Балакина  
e-mail: anikin-upi@yandex.ru

ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет — УПИ»,  
г. Екатеринбург, Россия

Статья поступила 25 января 2006 г.

### **Введение**

Ионы тяжелых металлов, обладающие специфическими токсичными свойствами, являются устойчивыми загрязнителями с кумулятивным действием [1]. Многие из тяжелых металлов в водных растворах образуют синергетические смеси, токсичные свойства которых превышают аналогичные свойства отдельных компонентов. Повышение требований к качеству питьевой воды и допустимым концентрациям загрязнений в сточных водах, сбрасываемым в водоемы, заставляют вести поиск экономически приемлемых способов удаления тяжелых металлов из природных и сточных вод. К методам, успешно применяемым для решения этой проблемы и являющимся достаточно эффективными, можно отнести сорбцию природными сорбентами [2—4].

Опал–кristобалитовые породы (опоки, диатомиты и трепелы) состоят преимущественно из активного кремнезема. Опока, по сравнению с диатомитами и трепелами, не размокает в воде, обладает высокой механической прочностью и имеет мезопористую структуру. Данный материал является местным природным сорбентом, что обуславливает целесообразность применения его в качестве фильтрующей загрузки.

Специалистами компании ЗАО «Алсис» разработаны и внедрены в производство сорбенты АС и МС. Сорбент АС — алюмосиликатный сорбент. Сорбент МС разработан на принципиально иной минеральной базе, чем сорбент АС, содержит каталитически активные элементы. Сорбенты предназначены для использования в централизованных системах подготовки питьевой воды в качестве загрузки напорных и безнапорных скорых фильтров, контактных осветлителей. Сорбенты применяют для удаления из воды (питьевой, производственной оборотной, сточной) тяжелых цветных металлов, нефтепродуктов, фенола, марганца, радионуклидов. Они могут быть использованы для корректировки величины рН (увеличение) растворов, снижения концентрации сульфатов, фосфатов, сухого остатка и уменьшения цветности.

### **1. Методика исследования**

Исследование процесса сорбции никеля в статических условиях проводили методом отдельных навесок. В колбы с притертыми пробками помещали 100 мл модельного раствора с определенной концентрацией по иону металла и навеску сорбента. Перемешивание осуществляли на качающейся платформе в течение времени, необходимого для установления сорбционного равновесия (обычно не более 8 часов). опыты проводили на модельных растворах, приготовленных из реактивов квалификации не ниже «Ч.Д.А.». Необходимую величину рН среды

устанавливали добавлением  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1н) или  $\text{NaOH}$  (0,1н) без смешения их в одном растворе. Температура растворов составляла  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ .

По окончании процесса сорбции растворы отделяли от твердой фазы фильтрованием через бумажный фильтр. Для приготовления модельных растворов применяли соль  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , навески которой растворяли в дистиллированной воде, получая раствор с необходимой концентрацией по металлу.

Концентрацию ионов никеля определяли титрованием Трилоном Б с индикатором эриохром черный Т. Каждый опыт по сорбции проводили 3—4 раза. Пределы доверительности вычисляли с использованием распределения Стьюдента. При доверительной вероятности 0.95 отклонение не превышало 5% от среднего значения измеряемой величины. Обработку экспериментальных данных проводили в среде Microsoft Excel.

## 2. Результаты

Зависимость равновесной концентрации никеля от времени контакта фаз приведена на рис. 1.

Эффективность процесса сорбции оценивали степенью извлечения металла из раствора ( $S$ , %) (рис. 2).

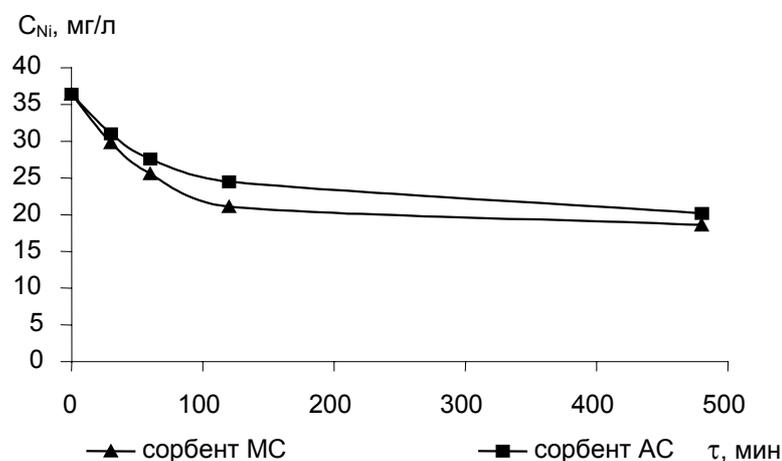


Рис. 1. Зависимость равновесной концентрации никеля от времени контакта твердой и жидкой фаз:

$d$  зерна = 0,7 мм;  $C_{\text{Ni}^{2+}} = 36$  мг/л;  $m_{\text{сорб}} = 10$  г/л;  $\text{pH} = 5,5$

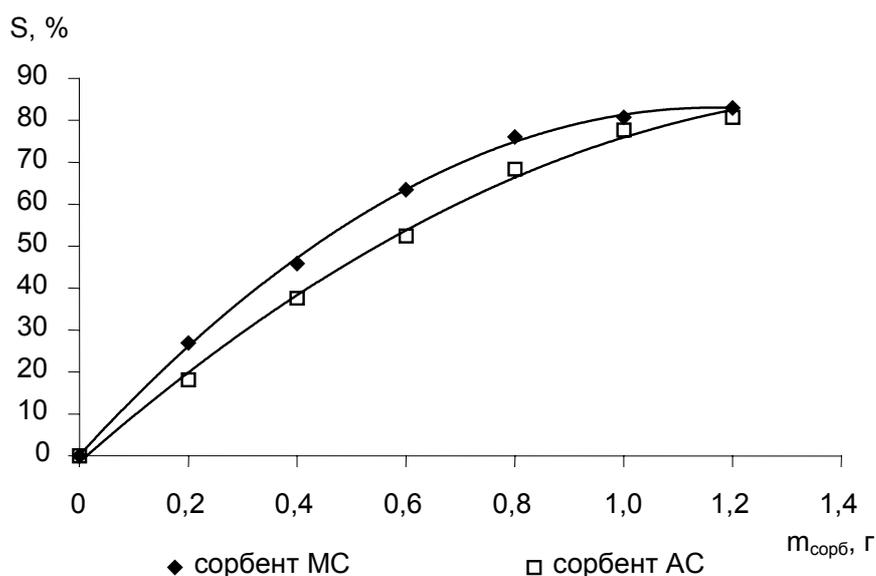


Рис. 2. Зависимость степени сорбции никеля от массы сорбента (в 100 мл раствора):

$C_{\text{Ni}^{2+}} = 15,5$  мг/л;  $\text{pH} = 5$

Эффективность процесса сорбции в значительной степени зависит от pH раствора. Реакция среды сказывается как на химической форме находящегося в растворе металла, так и на сорбционной способности сорбента. Свободных ионов никеля в водных растворах нет, все они находятся в гидратированной форме  $[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_n]^{2+}$  в области низких значений pH и в форме гидроксида никеля  $\text{Ni}(\text{OH})_2$  в нейтральной и щелочной среде. Исследование влияния величины pH на степень сорбции никеля проводили в диапазоне pH от 1 до 9,2 (рис. 3). Полученные данные позволяют говорить о возможности извлечения никеля сорбентами с высокой эффективностью из растворов в слабо кислой и нейтральной средах.

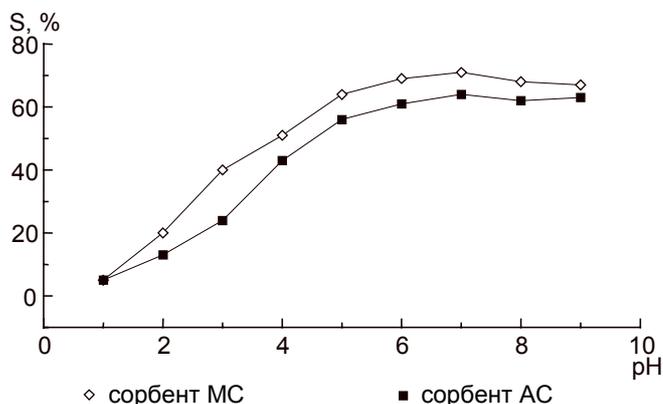


Рис. 3. Зависимость степени сорбции никеля от величины pH среды:

$$C_{\text{Me}} = 36 \text{ мг/л}; m_{\text{сорб}} = 10 \text{ г/л}$$

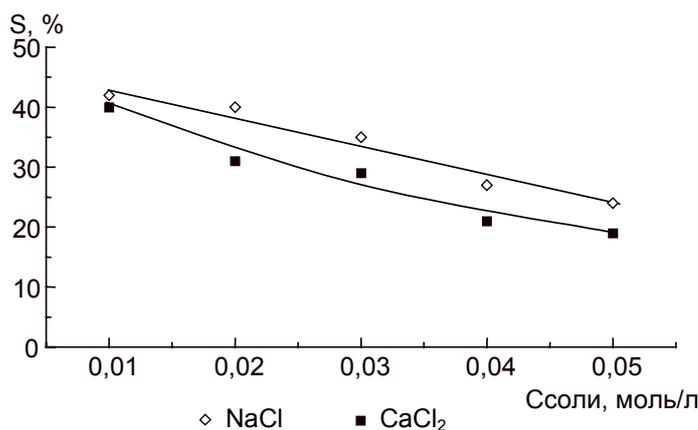


Рис. 4. Влияние электролитов на степень сорбции никеля сорбентом MC:

$$C_{\text{Ni}^{2+}} = 36 \text{ мг/л}; m_{\text{сорб}} = 10 \text{ г/л}$$

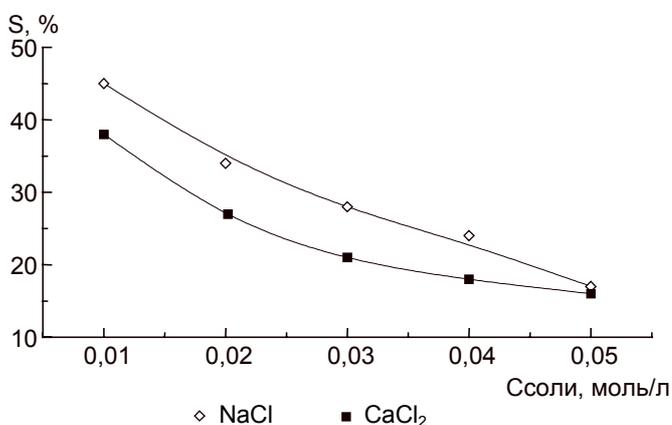


Рис. 5. Влияние электролитов на степень сорбции никеля сорбентом AC:

$$C_{\text{Ni}^{2+}} = 36 \text{ мг/л}; m_{\text{сорб}} = 10 \text{ г/л}$$

Конкурентное влияние добавок неорганических электролитов на сорбцию никеля изучали на примере NaCl и CaCl<sub>2</sub>. Опыты проводили при pH раствора 6—7, когда степень сорбции максимальна. Вид зависимостей (рис. 4, 5) позволяет говорить о большей конкуренции иона Ca<sup>2+</sup> по сравнению с ионом Na<sup>+</sup> при сорбции никеля обоими сорбентами. Во всех случаях наличие в растворе конкурирующего электролита снижает величину сорбции металла.

### **Заключение**

Установлена принципиальная возможность извлечения никеля из водных растворов природными алюмосиликатными сорбентами.

Степень сорбции никеля возрастает с уменьшением кислотности водной фазы и достигает максимума при pH 6—7. Во всех случаях наличие в растворе конкурирующего электролита снижает величину сорбции металла. Время установления сорбционного равновесия не превышает 8 часов.

Проведенные исследования по сорбции никеля в статических условиях позволяют рекомендовать их в качестве доступных сорбентов для очистки природных и неагрессивных сточных вод.

### **Список литературы**

1. Эльпинер Л.И. Питьевая вода: Медико-экологические и технологические проблемы // Мелиорация и водное хозяйство, 1994. № 2. С. 12—14.
2. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды. Л.: Химия, 1982. 168 с.
3. Лупейко Т.Г., Баян Е.М., Горбунова М.О. Использование техногенного карбонатсодержащего отхода для очистки водных растворов от ионов никеля (II) // Журнал прикладной химии, 2004. Т. 77, Вып. 1. С. 87—92.
4. Плохов С.В., Кузин Д.В., Плохов А.В. Условия очистки промывных вод от Ni (II) и электрохимической утилизации катионов металла при гальваническом серноокислом никелировании // Химия и химическая технология, 2002. Т. 45, Вып. 5. С. 154—155.