

# ЭКОЛОГИЯ

Свергузова Ж. А., канд. техн. наук, доц.,  
Лунандина Н. С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

ecnata@mail.ru

Статья посвящена проблеме очистки сточных вод от тяжелых металлов. Рассматривается процесс очистки сточных вод от тяжелых металлов отходом сахарной промышленности. Как известно, тяжелые металлы опасны для водных экосистем и их обитателей своими канцерогенными, мутагенными, кумулятивными и синергетическими свойствами. Поэтому предотвращение попадания ионов тяжелых металлов в водные экосистемы со сточными водами является актуальной задачей.

**Ключевые слова:** сточные воды, очистка, тяжелые металлы, отходы сахарной промышленности.

Повышение качества воды водных объектов является одним из важнейших факторов экологической безопасности. Многолетние последствия вмешательства людей в функционирование экосистем привели к существенным изменениям в них и сдвигам экологического равновесия. В условиях повсеместного нарастания экологической опасности проблема охраны водных ресурсов от загрязнений с каждым днем становится все более актуальной. Наличие достаточного количества качественных вод, пригодных для питья, является одним из условий укрепления здоровья человека и стабильного развития государства. Употребление воды, не соответствующей гигиеническим нормативам, может привести к неблагоприятным, как к кратковременным, так и длительным последствиям для здоровья и благосостояния населения.

На нашей планете ежегодно вследствие использования загрязненных вод умирает около 3

млн. человек. По данным ООН свыше 18 % (более 1 млрд.) населения на Земле не имеют доступа к качественной питьевой воде. Инфекционные заболевания, обусловленные водным фактором, составляют более 80% инфекционных заболеваний в мире. В странах европейского региона 120 млн. человек не имеют возможности употреблять безопасную в эпидемиологическом отношении воду [1].

Источниками загрязнения водных объектов являются сбрасываемые неочищенные или недоочищенные сточные воды предприятий. Так, на примере водных объектов Белгородской области можно видеть, что из года в год в водные объекты сбрасывается более 19 % неочищенных сточных вод (по отношению к общему объему сбрасываемых стоков по области) (табл.1.)

Таблица 1

Забор и сброс вод в водные объекты Белгородской области по годам

Показатели	Годы									
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Забрано воды, всего млн. м <sup>3</sup>	397,8	401,0	409,9	408,7	410,1	412,1	414,1	413,1	415,2	325,1
Сброшено в водные объекты, млн. м <sup>3</sup>	190,3	188,9	199,7	198,5	199,8	201,1	203,2	201,8	202,2	135,3
Нормативно очищенные воды, млн. м <sup>3</sup>	83,4	90,3	63,0	65,7	71,8	78,3	81,2	79,8	80,5	127,5
Загрязненные воды, млн. м <sup>3</sup>	32,3	32,9	44,7	43,4	41,1	38,5	39,2	40,2	40,1	7,8

Как следует из данных мониторинга, качество воды водных объектов Белгородской области из года в год находится на низком уровне. Почти все водные объекты области имеют класс качества воды 3 и выше, индекс загрязненности воды (ИЗВ) отдельных рек лежит в интервалах

1,4...4,5, вода загрязнена соединениями азота, фосфора, меди, цинка, никеля; показатели ХПК и БПК намного превышают нормативные требования. Так, в р.Оскол, 389 км от устья, качество воды не соответствует рыбохозяйственной категории по меди (2,5 ПДК), никелю (2,15 ПДК),

железу общему (2,15 ПДК), ИЗВ = 4,487, класс качества воды 5, грязная. В реке Осколец 28 км от устья, содержание меди составляет 1,92 ПДК, никеля – 1,98 ПДК. Величина ИЗВ = 5,877, класс качества воды 5, загрязненная. Река Потудань (приток реки Дон). Вода не соответствует нормативам по меди (2,00 ПДК), цинку (1,83 ПДК), железу общему (2,15 ПДК). Класс качества воды – 3, умеренно загрязненная, ИЗВ = 1,44 [1].

Аналогичная ситуация наблюдается по другим водным объектам области. Из приведенных данных следует, что реки Белгородской области ежегодно сбрасываются большие количества различных загрязняющих веществ, среди которых особую опасность представляют фосфаты как биогенные вещества, ускоряющие эвтрофикацию водных объектов и тяжелые металлы, представляющие собой экотоксиканты повышенной опасности.

Сброс большого количества фосфатов и тяжелых металлов (ТМ) объясняется неэффективной работой очистных сооружений, нестабильностью технологических процессов, и высокой насыщенностью области предприятиями металлообрабатывающего профиля. Ненормативный сброс загрязняющих веществ сказывается на качестве воды водных объектов, что можно проследить на примере – р. Северский Донец (рис. 1).

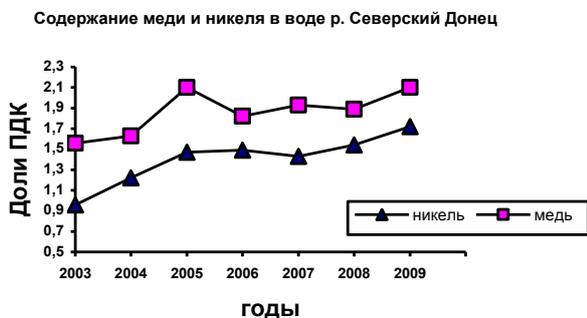


Рис. 1. Содержание фосфатов меди, никеля в воде р. Сев. Донец

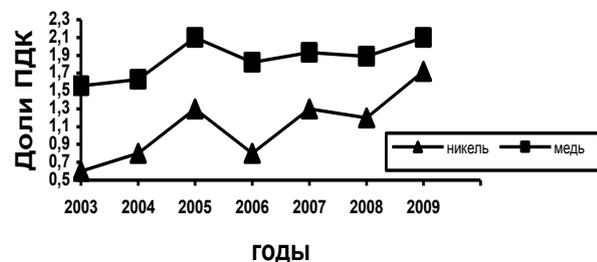


Рис. 2. Среднегодовые значения концентраций меди и никеля в сточной воде АООТ «Машзавод» в р. Разумная, г. Шебекино

Несоблюдение нормативов ПДС по фосфатам, меди и никелю в сточных водах перечисленных предприятий свидетельствует о несо-

вершенстве существующих систем очистки. Такие сточные воды оказывают негативное воздействие на водные объекты. Для достижения норм ПДС необходима разработка способов повышения эффективности работы очистных сооружений.

Как известно, ионы тяжелых металлов относятся к особо опасным токсикантам канцерогенного, мутагенного, тератогенного характера, обладающими кумулятивными и аддитивными свойствами. Поэтому очистка сточных вод от тяжелых металлов является очень важной задачей.

Выбор метода очистки сточных вод от ТМ, и в частности от катионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$  зависит от концентрации и состава загрязнений, возможности утилизации ценных компонентов и возврата воды в производство, требуемой глубины очистки и других конкретных условий.

В настоящее время для очистки СВ от ионов тяжелых металлов применяют традиционные методы: реагентный, биологический, электрохимический, сорбционный и др.

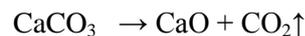
Сущность реагентных методов очистки заключается в переводе растворимых в воде веществ в нерастворимые при добавлении различных реагентов с их последующим отделением от воды в виде осадков. Недостатком реагентных методов очистки является зачастую безвозвратная потеря ценных веществ с осадками.

Для глубокой очистки сточных вод от катионов меди и никеля широко применяется сорбционная очистка, достоинством которой является высокая эффективность, возможность очистки сточных вод, содержащих несколько веществ. С технико-экономической точки зрения адсорбция весьма эффективна для извлечения из сточных вод ценных продуктов с целью их использования в замкнутом цикле основного производства. Эффективность адсорбционной очистки достигает 80-95 % и зависит от химической природы адсорбента, величины адсорбционной поверхности и ее доступности. Сорбенты не должны уменьшать адсорбционную емкость после регенерации, чтобы обеспечивать большое число циклов работы. Наиболее универсальными адсорбентами являются активированные угли. Однако, как указывалось выше, их использование ведет к значительному удорожанию процесса очистки сточных вод за счет регенерации сорбентов. Поэтому все более востребованы неорганические сорбенты, к которым относят как отходы производства (шлаки, шламы, зола, пыли), так и природные сорбенты (глины, пески, силикагели, цеолит, пермутит и др.). Сорбенты могут использоваться в нату-

ральном виде или после предварительной обработки (активации или синтеза на их основе).

Для очистки сточных вод от ионов ТМ нами предлагается использовать дефекат – твердый отход сахарной промышленности. Дефекат представляет собой тонкодисперсные частицы  $\text{CaCO}_3$  с примесью органических веществ, которые в процессе термической обработки обугливаются. Образовавшийся углерод прочно оседает на поверхности частиц  $\text{CaCO}_3$ .

Дефекат образуется при производстве сахара из сахарной свеклы на стадии очистки свекловичного сока (сатурации). Процесс очистки сока заключается в обработке его сначала известковым молоком (суспензией  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , а затем газообразным оксидом углерода (IV)  $\text{CO}_2$ . В процессе обработки  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  взаимодействует с  $\text{CO}_2$ , при этом образуются частицы  $\text{CaCO}_3$ . Поскольку эти частицы образуются в ходе химической реакции, их размеры не превышают 60 мкм. Образующийся в ходе очистки свекловичного сока осадок (дефекат) в качестве примесей содержит кальциевые соли щавелевой, лимонной и глюконовой кислот, а также остатки витаминов и других органических веществ ранее содержащихся в свекле. При термической обработке дефеката в условиях, исключающих разложение органических соединений до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  происходит их обугливание и частицы дефеката приобретают интенсивный черный цвет. Поскольку тонкодисперсный углерод известен как хороший сорбент, можно предположить, что полученный в результате термообработки дефекат (ТД) также должен обладать свойствами сорбента. При добавлении ТД к модельным растворам, содержащими ионы  $\text{Ni}^{2+}$  эффективность очистки составляла 99,7 %. Для повышения эффективности очистки нами была повышена температура термообработки дефеката от 600 до 900 °С. При повышении температуры обжига происходит разложение кальциевых солей органических кислот с образованием  $\text{CaO}$ , а также начинается процесс диссоциации карбоната кальция по схеме:



и происходит сгорание углеродного слоя. Порошок приобретает светло-кремовый, а затем белый цвет. С повышением температуры обжига дефеката увеличивается значение pH водной вытяжки дефеката (рис.3).

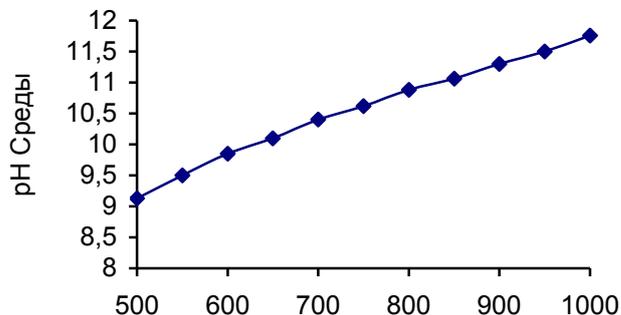
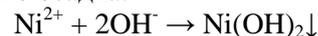


Рис. 3. Зависимость pH водной вытяжки от температуры обжига дефеката

Таким образом, при добавлении обожженного дефеката к модельным растворам, содержащим ионы  $\text{Ni}^{2+}$ . В водной среде создаются благоприятные условия для образования мало-растворимого осадка:



При этом эффективность очистки возрастает с повышением температуры обжига и увеличением массы добавленного ТД (рис.4,5, 6).

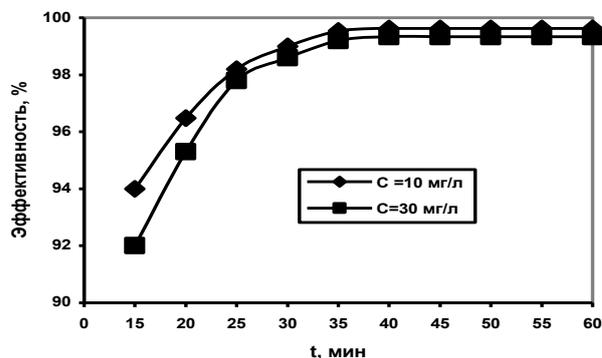


Рис. 4. Зависимость эффективности очистки модельных растворов от продолжительности термического взаимодействия на ИД (V = 100 мл, τ = 15мин, t=200C)

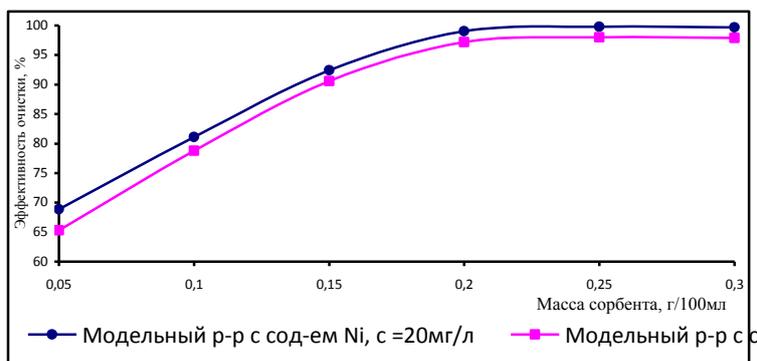


Рис. 5. Зависимость эффективности очистки модельных сточных вод, содержащих ионы никеля, от массы сорбентов

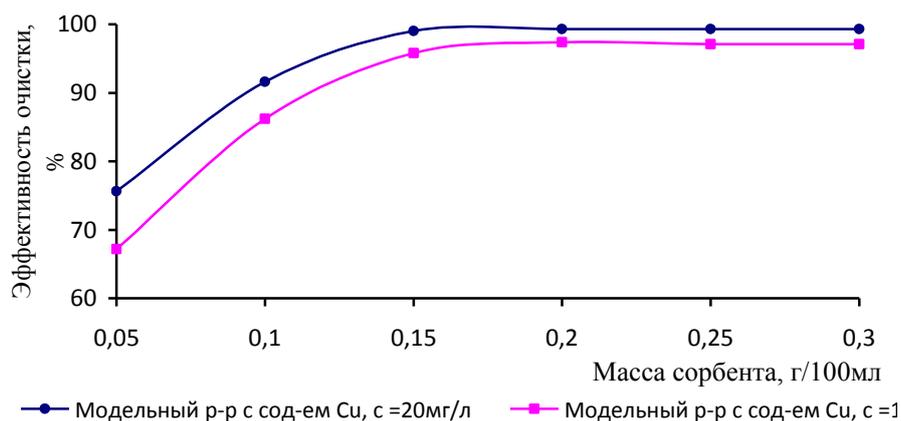


Рис.6. Зависимость эффективности очистки модельных сточных вод, содержащих ионы меди, от массы сорбентов

Однако, как показали исследования, в данных условиях достигнуть более высокой эффективности очистки не удастся, очевидно по той причине, что в нашем случае для низкоконцентрированных растворов не достигается произведение растворимости для  $Ni(OH)_2$ . В экспериментах с растворами более высоких концентраций (рис.4) была достигнута эффективность очистки 99,7%.

Для подтверждения полученных данных также была проведена апробация в лаборатории ОАО «Завод - Новатор». Для исследований отбирались пробы сточных вод, поступающих по-

сле предприятия на поля фильтрации, к которым добавлялся модифицированный дефекал в количестве 30 г/л. Смесь перемешивалась в течение 15 минут при температуре 20°C, затем фильтровалась через фильтр «белая лента». В очищенной воде определяли остаточную концентрацию ионов меди и никеля.

Результаты исследований, свидетельствующие о высокой эффективности предлагаемого способа для очистки сточных вод от многих загрязняющих веществ в том числе от тяжелых металлов представлены в таблице 2.

Таблице 2

#### Эффективность очистки производственных сточных вод

№	Ингредиенты	Концентрация, мг/л		Эффективность очистки, %
		До очистки	После очистки	
1	Ионы никеля ( $Ni^{2+}$ )	27	0,1	99,6
2	Ионы меди ( $Cu^{2+}$ )	15	0,7	95,3

Таким образом, было доказано, что после обжига дефеката при 600°C ТД можно использовать в водоочистке как сорбент, а при обжиге условиях температур 800-900 °C – как реагент, заменяющий СаО.

Следует отметить, что используя обожженный дефекал, достигается цель рационального использования природных ресурсов и утилизации крупнотоннажных техногенных отходов – дефеката.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Белгородской области в 2009 году.: справочное пособие / П.М. Авраменко, П.Г. Акулов, А.И. Анисимов и др.;

под ред. С.В. Лукина - Белгород: Константа, 2008. - 276с, стр 42-64.

2. Окружающая среда и природные ресурсы Белгородской области – Белгород, 2001. – С. 3 – 19.

3. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов по Белгородской области в 2006 году. (Областной доклад). – Белгород, 2007. – С. 20 – 40.

4. Государственный доклад о состоянии и использовании водных ресурсов по Белгородской области в 2006 году. (Областной доклад). – Белгород, 2007. – С. 3 – 65.