

КОМПЛЕКСНАЯ ОЧИСТКА ВОДЫ

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНИРОВАННОЙ
ЗАГРУЗКИ

Экософт Микс

Митченко Т.Е., Макарова Н.В., Митченко А.А., Поляков В.Р., Стендер П.В.
НТУУ "КПИ", НПО "Экософт", г. Киев

Вода, используемая в технологических, бытовых и питьевых целях, должна быть очищена от соединений железа, марганца, солей жесткости и органических соединений природного происхождения – гуминовых веществ. Такая комплексная задача ставится при очистке как поверхностных вод, в том числе прошедших централизованную очистку, так и вод из артезианских источников.

В настоящее время для решения таких проблем, как правило, используют многостадийные технологии, включающие:

- стадию удаления железа и марганца с помощью загрузки типа Greensand или Blm;
- стадию умягчения на Na-катионитовых фильтрах;
- стадию удаления гуминовых веществ с использованием активированного угля.

Каждая стадия реализуется в отдельном аппарате, поскольку условия их эксплуатации существенно различаются.

Помимо многостадийности и высокой стоимости, существующий подход недостаточно эффективен в присутствии в воде гуминовых веществ (при перман-

ганатной окисляемости, превышающей 4-6 мг O_2/l), поскольку они обуславливают образование органических комплексных соединений железа, взаимодействие которых с указанными загрузками затруднено. Следует особо отметить высокий экологический риск, связанный с применением каталитических загрузок типа Greensand, для регенерации которых используют сильный окислитель – калия перманганат.

В качестве альтернативной может быть предложена технология, основанная на использовании комбинированной загрузки Экософт Микс (1, 2), которая позволяет в одну стадию и в одном аппарате осуществить умягчение воды, удаление из нее железа, марганца, алюминия, гуминовых веществ, аммония и, при необходимости, ионов тяжелых металлов.

Комбинированная загрузка Экософт Микс представляет собой смесь из пяти сорбционных материалов природного и синтетического происхождения, различающихся механизмом сорбционного и фильтрующего действия, относительной плот-

ностью и гранулометрическим составом.

Характеристика компонентов загрузки Экософт Микс приведена в табл. 1.

Во время изготовления загрузки все компоненты тщательно перемешивают в заданных рецептурой количествах, при эксплуатации загрузка расслаивается, причем, последовательность образующихся слоев обеспечивает максимально эффективное удаление всех примесей. Соотношение компонентов в смеси изменяется в относительно широких пределах в зависимости от состава очищаемой воды.

Основные свойства загрузки Экософт Микс приведены в табл. 2.

Восстановление сорбционных свойств загрузки Экософт Микс осуществляется путем ее регенерации раствором натрия хлорида и промывания водой.

Рекомендуемые условия эксплуатации приведены в табл. 3.

Загрузка Экософт Микс производится НПО "Экософт" (г. Киев) в соответствии с ТУ24.6.-13680574.004-2001 и допущена МЗ Украины для использования в процессах подготовки питьевой воды.

В настоящее время выпускаются три марки загрузки, предназначенные для очистки воды различных типов:

Марка А – для очистки воды с уровнем перманганатной окисляемости менее 2 мг О₂/л.
Марка Р – для очистки воды с уровнем перманганатной

окисляемости 2-10 мг О₂/л.
Марка С – для очистки воды с уровнем перманганатной окис-

Таблица 1. Основные свойства компонентов загрузки Экософт Микс

Назначение	Относительная плотность, г/см ³	Диаметр гранул, мм	Окраска	Относительное содержание в смеси, %
Фильтрация	0,9-0,95	2-4	Белый	5-10
Удаление органических и металлоорганических соединений	1,03-1,1	0,3-1,2	Белый	4-12
Каталистическое окисление ионов металлов, удаление ионов железа, марганца, алюминия, тяжелых металлов	1,05-1,11	0,3-1,2	Светло-коричневый	4-12
Удаление ионов жесткости, железа, марганца, аммония, тяжелых металлов	1,2-1,3	0,3-1,2	Темно-желтый	56-82
Фильтрация	1,5-2,6	2-4	Серый или черный	5-10

Таблица 2. Основные свойства загрузки Экософт Микс

Внешний вид	
Товарная форма	Смесь зерен белой, светло-коричневой, темно-желтой, серой или черной окраски
Рабочая форма	Слои зерен разной окраски и размеров
Основные свойства	
Гранулированный состав:	0,3-4,0
- размер зерен, мм	
- объемная доля фракций, %	
0,3-1,2 мм	
2-4 мм	
Влажность, %	
Окисляемость фильтрата, мг/л, не более	
Осмотическая стабильность (для фракции с размером зерен 0,3-1,2 мм), %, не менее	

Таблица 3. Рекомендуемые условия эксплуатации загрузки Экософт Микс

Показатель	Величина показателя
Максимальная температура, °С	40
Рабочий интервал рН	5-9
Минимальная высота слоя, мм	500
Оптимальная высота слоя, мм	800
Скорость потоков, м/ч:	
- рабочий цикл	10-20
- взрыхление	10-15
- регенерация	3-5
- прямоточная промывка	10-20
Объем заполнения аппарата, %, не более	60
Общий расход воды для промывания, об/об	4-6
Регенерационный раствор	8-10 % NaCl
Расход соли на регенерацию, г/л загрузки	160

Таблица 4. Емкостные характеристики различных марок загрузки Экософт Микс

Марка загрузки	Емкость по отношению к			Формулы для расчета объема воды, очищенной между регенерациями
	Жесткости, мг-экв/мл, E1ж	Окисляемости, мг O ₂ /мл, E1ок	Железу, мг/мл, E1Fe	
A	0,9	0,2	2	$V_{ж} = \frac{E_{жк} \cdot V_3}{Ж_{исх} - Ж_{оч}}$ $V_{ок} = \frac{E_{ок} \cdot V_3}{ОП_{исх} - ОП_{оч}}$
P	0,9	0,55	1	
C	0,8	1,8	0,75	

Примечание: V_ж, V_{ок} – объем воды, очищенной между двумя регенерациями, рассчитанный по отношению, л; соответственно к жесткости и окисляемости;
 Ж_{исх} – жесткость исходной воды, мг-экв/л;
 Ж_{оч} – жесткость очищенной воды, мг-экв/л;
 ОП_{исх} – окисляемость перманганатная исходной воды, мг O₂/л;
 ОП_{оч} – окисляемость перманганатная очищенной воды, мг O₂/л;
 V₃ – объем загрузки в аппарат, л;
 E1_ж, E1_{ок} – емкость загрузки по отношению соответственно к жесткости и окисляемости.

Таблица 5. Техничко-экономические показатели процессов очистки воды с использованием загрузки Экософт Микс

Марка загрузки	Характеристики исходной воды						Характеристики очищенной воды						Объем воды, очищенной между регенерациями, м ³	Общий объем очищенной воды, м ³	Себестоимость очистки 1 м ³ воды, у.е.	Уд. объем сточных вод, м ³ /м ³
	Жесткость	ОП	железо	марганец	алюминий	аммоний	жесткость	ОП	железо	марганец	алюминий	аммоний				
	мг-экв/л	мг O ₂ /л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л	мг-экв/л	мг O ₂ /л	мг/л	мг/л	мг/л	мг/л				
A	8	1,2	2,3	0,4	-	4,3	<0,5	<1	<0,2	0,1	-	<0,4	6,16	2200	0,48	0,048
P	6	7,2	0,4	0,1	0,5	-	<0,5	<3	<0,2	<0,1	<0,2	-	8,4	2740	0,37	0,036
C	3,8	11,3	3,2	0,3	-	-	<0,5	<3	<0,2	<0,1	-	-	12,4	2130	0,34	0,024

ляемости более 10 мг O₂/л.

Емкостные характеристики различных марок загрузки Экософт Микс приведены в табл. 4.

Для проверки правильности выбора типа загрузки и расчета условий ее эксплуатации следует пользоваться формулами, приведенными в табл. 4. При верном выборе загрузки должно соблюдаться неравенство: V_{ок} > V_ж. В качестве рабочего параметра следует использовать величину V_ж.

Все марки загрузки Экософт Микс эффективно очищают воду в следующем диапазоне концентрации: железо – не более 10 мг/л, марганец – не более 2 мг/л, общее содержание солей – не более 4000 мг/л.

На концентрацию остальных компонентов ограничения не устанавливают.

Загрузку Экософт Микс широко применяют в процессах водоподготовки с 2001 г. в Украине, России, Беларуси и других странах. Наиболее целесообразно применение загрузки в установках очистки воды для бытового и питьевого использования в коттеджах и квартирах. Загрузку можно использовать практически во всех типовых устройствах водоочистки, обеспечивающих возможность ведения рабочего цикла в прямоточном режиме при скорости подачи воды не более 20 м/ч, взрыхления слоя, прямоточной регене-

рации и прямоточной промывки. При соблюдении всех перечисленных условий загрузка может быть использована для очистки не менее 50 000 удельных объемов воды.

В табл. 5 приведены реальные примеры использования загрузки Экософт Микс различных марок для очистки воды в коттеджах (примеры 1, 3) и квартирах (пример 2). Сорбенты были загружены в баллоны Park International RT 1354 с управляющим клапаном Fleck. Рабочие параметры процесса очистки: объем загрузки – 60 л; расход соли на одну операцию регенерации – 10 кг; производительность установок – 2 м³/ч. Расчет себестоимости очистки 1

м³ воды с учетом затрат на закупку загрузки Экософт Микс и расходов на соль для регенерации показал, что эта величина не превышает 0,5 долларов США, что в 2,2 раза меньше, чем себестоимость очистки воды при использовании общепринятых технологий. Капитальные затраты при этом в 2,8 раза ниже, чем при

использовании трехстадийной очистки. Объем образующихся сточных вод при использовании загрузки Экософт Микс не менее чем в 2,4 раза ниже по сравнению с таковым при использовании существующих технологий.

Таким образом, применение комбинированной загрузки Экософт Микс позволяет осущес-

твить комплексную очистку воды до уровня ниже существующих требований по таким показателям, как содержание ионов жесткости, железа, марганца, алюминия, аммония, гуминовых веществ, существенно улучшить технико-экономические показатели процесса очистки, снизить уровень его экологического риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митченко Т.Е., Стандар П.В., Макарова Н.В., Митченко А.А. Способ очистки та кондиционирования питьевой воды // Патент UA

36461A. 2001.

2. Mitchenko T., Makarova N., Mitchenko A., Shevchuk H., Abbt-Braun G. Deep Remo-

val of Humic Compounds by Scavengers Combination // Journal of Ion Exchange 14: Supplement, Japan, 2003.