

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033558**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.10.31

(21) Номер заявки
201800289

(22) Дата подачи заявки
2018.04.19

(51) Int. Cl. **C02F 9/08** (2006.01)
C02F 1/28 (2006.01)
C02F 1/52 (2006.01)
C02F 1/58 (2006.01)
C02F 1/72 (2006.01)
C02F 101/30 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПЕСТИЦИДЫ**

(43) **2019.10.31**

(96) **2018/ЕА/0028 (ВУ) 2018.04.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**УЧРЕЖДЕНИЕ БЕЛОРУССКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА "НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ФИЗИКО-
ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ" (НИИ
ФХП БГУ) (ВУ)**

(56) RU-C1-2060961
RU-C2-2554575
RU-C2-2379136
CN-A-101838075
US-A-5232484
US-A-6046375

(72) Изобретатель:
**Гриншпан Дмитрий Давидович,
Зыгмант Алеся Владимировна,
Макаревич Светлана Евгеньевна,
Цыганкова Надежда Георгиевна,
Савицкая Татьяна Александровна
(ВУ)**

(57) Изобретение относится к области промышленных технологий очистки сточных вод, более конкретно - к очистке водных растворов, содержащих пестициды. Задачей предлагаемого изобретения является создание способа очистки водных растворов пестицидов с концентрациями, превышающими предельно допустимую в 1,5-100 раз и более, позволяющего удалять пестициды из природных, технологических и сточных вод с эффективностью 98-100%. Поставленная задача решается в настоящем способе очистки водных растворов, содержащих пестициды, заключающемся в том, что очистку проводят постадийно в следующей последовательности: очищаемые водные растворы подщелачивают или подкисляют до pH 8-10; затем проводят окисление путем введения твердого перманганата калия в количестве от 0,5 до 5 г на 1 дм³ при температуре 15-25°C, затем при 50-70°C в течение 15-60 мин и завершают процесс окисления путем охлаждения до 20-35°C; после этого при перемешивании в раствор вводят коагулянт или флокулянт; образовавшийся при этом осадок отделяют с помощью центробежных сил (с использованием центрифуги, декантора, сепаратора или гидроциклона); затем в осветленную воду вводят сорбент, в качестве которого используют порошковый активированный уголь с влажностью 1-5% в количестве 1-6 г на 1 дм³. Процесс отделения сорбента от очищаемой воды осуществляют на фильтрах, задерживающих частицы с размером более 5 мкм.

B1

033558

033558

B1

Изобретение относится к области промышленных технологий очистки сточных вод, более конкретно - к очистке водных растворов, содержащих пестициды.

Известны многочисленные способы удаления пестицидов из водных растворов: термический, плазмохимический, ионизирующий, микробиологический, мембранный, окислительный и сорбционный [1-9].

Известен способ сжигания жидких отходов, содержащих пестициды [1]. Процессы сжигания промышленных и бытовых отходов, содержащих пестициды, являются одними из основных источников загрязнения окружающей среды полихлорированными диоксинами и дибензофуранами [2]. В настоящее время для предотвращения выделения диоксинов и других ядовитых веществ в окружающую среду используют дорогостоящие высокотемпературные печи (более 1000°C), малопригодные для утилизации водных растворов.

Известны способы пиролиза и плазмохимического разложения пестицидов [1, 3-5]. Эти процессы являются еще более энергоемкими, весьма сложными по исполнению и поэтому могут быть использованы только для переработки твердых пестицидов с истекшим сроком годности.

Известен способ разложения пестицидов с помощью ионизирующего излучения [3, 5, 6]. Применение этого способа приводит к образованию множества побочных продуктов разложения, которые представляют опасность для человека и окружающей среды. Реализация этого способа требует повышенных мер безопасности.

Известны мембранные способы очистки воды (обратный осмос, нанофильтрация) от большого класса загрязнителей [7]. Несмотря на то что данные способы широко используются в промышленности, с их помощью далеко не во всех случаях достигается требуемая степень извлечения пестицидов [8]. Кроме того, при мембранной фильтрации образуется водный концентрат пестицидов, утилизация которого может быть проведена только с помощью других перечисленных выше способов очистки.

Альтернативой физическим способам удаления пестицидов является микробиологический способ [8]. Основным недостатком микробиологического способа разложения пестицидов является крайне низкая скорость процесса, обусловленная медленной биодegradацией ароматических соединений и необходимостью использования для этих целей специальных видов анаэробных бактерий.

Известны физико-химические способы очистки воды [9, 11]. Но они позволяют эффективно извлекать из воды только пестициды, находящиеся в нерастворимой форме (в виде коллоидных суспензий или взвешенных частиц). Эти способы не удаляют растворенные пестициды.

Известны способы удаления пестицидов из воды с помощью разного рода окислителей: озона, хлора, диоксида хлора, пероксида водорода и др. [8, 10-12]. Главным недостатком способов удаления пестицидов, основанных на применении окисляющих реагентов, является образование не менее токсичных веществ (продуктов неполного окисления пестицидов). Достичь полного окисления пестицидов, особенно в присутствии других органических веществ, практически невозможно, что приводит к необходимости использования дополнительных способов очистки.

Известны эффективные способы очистки, основанные на извлечении органических веществ из воды с помощью сорбентов [13]. Например, активированные угли способны сорбировать широкий круг таких соединений, в том числе и пестициды [8]. Очистку осуществляют либо фильтрацией воды через слой гранулированного активированного угля, либо добавлением к воде угольного порошка [14, 15]. Однако гранулированные активированные угли, используемые в виде фильтрующей загрузки, не гарантируют требуемую степень очистки от пестицидов, так как не могут предотвратить проскок растворенных органических веществ между гранулами загрузки. При углевании эту проблему можно решить лишь в том случае, когда в воде присутствуют незначительные концентрации растворенных пестицидов.

Задачей предлагаемого изобретения является создание способа очистки водных растворов пестицидов с концентрациями, превышающими предельно допустимую в 1,5-100 раз и более, позволяющего удалять пестициды из природных, технологических и сточных вод с эффективностью 98-100%.

Поставленная задача решается в предложенном способе очистки водных растворов, содержащих пестициды, который заключается в том, что очистку проводят постадийно в следующей последовательности: очищаемые водные растворы подщелачивают или подкисляют до pH 8-10; затем проводят окисление путем введения твердого перманганата калия в количестве от 0,5 до 5 г на 1 дм³ при температуре 15-25°C, затем при 50-70°C в течение 15-60 мин и завершают процесс окисления путем охлаждения до 20-35°C; после этого при перемешивании в раствор вводят коагулянт или флокулянт; образовавшийся при этом осадок отделяют с помощью центробежных сил (с использованием центрифуги, декантора, сепаратора или гидроциклона); затем в осветленную воду вводят сорбент, в качестве которого используют порошок активированный уголь с влажностью 1-5% в количестве 1-6 г на 1 дм³. Процесс отделения сорбента от очищаемой воды осуществляют на фильтрах, задерживающих частицы с размером более 5 мкм.

Указанная последовательность стадий и условия их проведения позволяют очень эффективно извлекать из загрязненной воды пестициды (эффективность 98-100%) и одновременно очищать воду от других органических и неорганических примесей.

Выбор последовательности стадий обусловлен тем, что обычные методы адсорбционной очистки с

использованием активированного угля на начальной стадии очистки не позволяют извлекать пестициды из многокомпонентных сточных вод с требуемой эффективностью. Применение более высоких температур, более высоких концентраций перманганата калия и активированного угля в количествах, превышающих указанные в формуле изобретения, является экономически нецелесообразным. Использовать активированный уголь, высушенный до влажности меньше 1%, также экономически не выгодно. Температурные режимы указанных ниже в формуле изобретения интервалов, уменьшение дозы реагентов, применение активированного угля с влажностью, превышающей 6%, не позволяют достигнуть заявленной эффективности степени удаления пестицидов.

Ниже приведены примеры, подтверждающие возможность осуществления изобретения.

Пример 1. К раствору, содержащему смесь пестицидов прохлораз, тритриконазол и пропиконазол и имеющему рН 6 и температуру 15°C, добавляют 5% раствор гидрокарбоната натрия до достижения рН 8 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 15°C вводят твердый перманганат калия в количестве 5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. После его полного растворения раствор нагревают до 50°C. По прошествии 60 мин температуру раствора понижают до 25°C. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью шнековой декантерной центрифуги марки ОГШ-202К-03 с производительностью 1 м³/ч. В центрифугат вводят порошковый активированный уголь с влажностью 3% в количестве 1 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на картоне марки КФО-1.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлено в табл. 1.

Таблица 1
Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Пропиконазол	9,2	0,15	98,4	0,15
Тритриконазол	1,07	Не обнаружен	100	0,001
Прохлораз	0,80	Не обнаружен	100	0,005

Пример 2. К раствору, содержащему пестицид метазахлор и имеющему рН 7 и температуру 20°C, добавляют 5% раствор гидрокарбоната натрия до достижения рН 8 в количестве 15 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 20°C вводят твердый перманганат калия в количестве 1 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 60°C. По прошествии 40 мин температуру раствора понижают до 25°C. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - производное полигексаметиленгуанидина гидрохлорида в количестве 0,010 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью декантерной центрифуги ОГШ-202К-03. В центрифугат вводят порошковый активированный уголь с влажностью 6% в количестве 1 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на нетканом фильтрующем полипропиленовом материале.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлено в табл. 2, из чего следует, что увеличение влажности активированного угля свыше 5% не позволяет обеспечить требуемую эффективность очистки (до ПДК).

Таблица 2
Содержание пестицида в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Метазахлор	4,4	0,26	94,1	0,002

Пример 3. К раствору, содержащему пестицид глифосат и имеющему рН 6 и температуру 25°C, добавляют 5% раствор гидрокарбоната натрия до достижения рН 8 в количестве 15 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 25°C вводят твердый перманганат калия в количестве 5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 70°C. По прошествии 30 мин температуру раствора понижают до 20°C. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 8 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,013 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают

вают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью декантерной центрифуги ОГШ-202К-03. В центрифугат вводят порошковый активированный уголь с влажностью 3% в количестве 2,5 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на картоне марки КФО-2.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлено в табл. 3.

Таблица 3

Содержание пестицида в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Глифосат	0,09	Не обнаружен	100	0,02

Пример 4. К раствору, содержащему смесь пестицидов дисмедифам, фенмедифам, изопротурон, дифлюфеникан и имеющему рН 6 и температуру 15°С, добавляют 5% раствор гидрокарбоната натрия до достижения рН 8 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 25°С вводят твердый перманганат калия в количестве 0,5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 50°С. По прошествии 45 мин температуру раствора понижают до 25°С. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 10 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,005 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью декантора Flottweg Z23-4/401 с производительностью 1-2 м³/ч. В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 1% в количестве 3 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на нетканом углеродном материале "Карбопон-В-актив".

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлены в табл. 4.

Таблица 4

Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Дисмедифам	0,080	Не обнаружен	100	0,05
Фенмедифам	0,063	Не обнаружен	100	0,05
Изопротурон	1,4	Не обнаружен	100	0,09
Дифлюфеникан	14	Не обнаружен	100	0,15

Пример 5. К раствору, содержащему пестицид фенмедифам, имеющему рН 12 и температуру 20°С, добавляют 20% раствор серной кислоты до получения рН 9 в количестве 7 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 20°С вводят твердый перманганат калия в количестве 5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 60°С. По прошествии 30 мин температуру раствора понижают до 30°С. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 30 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью гидроциклона ГЦ-75 с производительностью при напоре 0,1 МПа 0,3-10 м³/ч. В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 3% в количестве 3 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на тканевом фильтре, изготовленном из бельтинга.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлено в табл. 5.

Таблица 5

Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Фенмедифам	388	0,022	100	0,150

Пример 6. К раствору, содержащему смесь пестицидов этофумесат, метазахлор, пропиконазол, изопротурон и дифлюфеникан, имеющему рН 6 и температуру 25°С, добавляют 20% раствор гидроксида натрия до получения рН 10 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 25°С вводят твердый перманганат калия в количестве 1 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 50°С. По прошествии 45 мин температуру раствора понижают до

25°C. Затем добавляют смесь коагулянтов полигидроксохлорида алюминия и 7-водного сульфата железа(II) (массовое соотношение 1:1) в суммарном количестве 12 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью гидроциклона ГЦ-75. В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 5% в количестве 6 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на гранулированном угольном фильтре.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлены в табл. 6.

Таблица 6
Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Этофумесат	0,160	Не обнаружен	100	0,500
Метазахлор	11,0	Не обнаружен	100	0,002
Пропиконазол	6,20	0,010	99,8	0,150
Изопротурон	0,780	0,006	99,2	0,090
Дифлюфеникан	3,90	Не обнаружен	100	0,150

Пример 7. К раствору, содержащему смесь пестицидов метазахлор, изопротурон и дифлюфеникан, имеющему рН 6 и температуру 20°C, добавляют 20% раствор гидроксида натрия до получения рН 10 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 20°C вводят твердый перманганат калия в количестве 1 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 55°C. По прошествии 35 мин температуру раствора понижают до 30°C. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 16 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью декантора Flottweg Z23-4/401. В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 2% в количестве 6 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на картоне марки КФМ.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлены в табл. 7.

Таблица 7
Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Метазахлор	12,4	Не обнаружен	100	0,002
Изопротурон	11,3	0,008	99,9	0,090
Дифлюфеникан	14,1	Не обнаружен	100	0,150

Пример 8. К раствору, содержащему смесь пестицидов метазахлор, изопротурон и дифлюфеникан, имеющему рН 6 и температуру 15°C, добавляют 20% раствор гидроксида натрия до получения рН 10 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 15°C вводят твердый перманганат калия в количестве 1 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 70°C. По прошествии 15 мин температуру раствора понижают до 35°C. Затем добавляют коагулянт сульфат алюминия в количестве 25 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью декантора Flottweg Z23-4/401. В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 4% в количестве 6 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на картоне марки КФО-2.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлены в табл. 8.

Таблица 8

Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Метазахлор	12,4	Не обнаружен	100	0,002
Изопротурон	11,3	0,001	99,9	0,090
Дифлюфеникан	14,1	Не обнаружен	100	0,150

Пример 9. К раствору, содержащему смесь пестицидов метамитрон, метазахлор, пропиконазол, изопротурон, дифлюфеникан и имидаклоприд, имеющему рН 6 и температуру 15°С, добавляют 20% раствор гидроксида натрия до получения рН 10 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 15°С вводят твердый перманганат калия в количестве 0,5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 50°С. По прошествии 45 мин температуру раствора понижают до 25°С. Затем добавляют коагулянт полигидроксохлорид алюминия в количестве 8 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью сепарационного модуля Clara 20 (Alfa-Laval) с производительностью 1-4 м³/ч. В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 1% в количестве 6 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на нетканом углеродном материале "Карбопон-В-актив".

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлены в табл. 9.

Таблица 9

Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Метамитрон	7,5	Не обнаружен	100	0,3
Метазахлор	3,50	Не обнаружен	100	0,002
Пропиконазол	3,70	0,012	99,7	0,150
Изопротурон	26,8	0,019	99,9	0,090
Дифлюфеникан	5,80	Не обнаружен	100	0,150
Имидаклоприд	0,66	Не обнаружен	100	0,002

Пример 10. К раствору, содержащему смесь пестицидов метамитрон, метазахлор, пропиконазол, изопротурон, дифлюфеникан и имидаклоприд, имеющему рН 6 и температуру 20°С, добавляют 20% раствор гидроксида натрия до получения рН 10 в количестве 20 см³ на 1 дм³ раствора. Затем при температуре 20°С вводят твердый перманганат калия в количестве 0,5 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после его полного растворения раствор нагревают до 50°С, при этом выпадает бурый осадок оксида марганца(IV). По прошествии 45 мин температуру раствора понижают до 25°С. Затем добавляют коагулянт 7-водный сульфат железа (II) в количестве 15 г на 1 дм³ раствора при перемешивании, после этого вводят флокулянт - катионный сополимер акриламида, в количестве 0,015 г на 1 дм³ раствора при перемешивании. Полученную смесь отстаивают в течение 30 мин, затем образовавшийся осадок отделяют с помощью сепарационного модуля Clara 20 (Alfa-Laval). В осветленную жидкость вводят порошковый активированный уголь с влажностью 5% в количестве 6 г на 1 дм³ раствора, углевание проводят в течение 2 ч, после чего сорбент удаляют с помощью фильтрации на картоне марки КФО-2.

Объем очищенных сточных вод составляет 1 м³. Содержание пестицидов в сточных водах до и после обработки представлены в табл. 10.

Таблица 10

Содержание пестицидов в образце сточных вод до и после очистки

Пестицид	Концентрация, мг/дм ³		Эффективность, %	ПДК, мг/дм ³
	До очистки	После очистки		
Метамитрон	7,5	Не обнаружен	100	0,3
Метазахлор	3,50	Не обнаружен	100	0,002
Пропиконазол	3,70	0,014	99,6	0,150
Изопротурон	26,8	0,015	99,9	0,090
Дифлюфеникан	5,80	Не обнаружен	100	0,150
Имидаклоприд	0,66	Не обнаружен	100	0,002

Таким образом, заявленный способ позволяет удалять пестициды даже с высоким их содержанием из природных, технологических и сточных вод с эффективностью 98-100%, до установленных норм ПДК.

Источники информации.

- 1 Корте, Ф. Экологическая химия / Ф. Корте. – М.: Мир, 1997. – с. 67-99.
- 2 Майстренко, В.Н. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей / В.Н. Майстренко, Н.А. Клюев. – М.: «БИНОМ. Лаборатория знаний», 2004. – С. 78-94.
- 3 Ramírez, T. Effect of accelerated electron beam on pesticides removal of effluents from flower plantations / T. Ramírez, M. Armas, M. Uzcátegui // Radiation treatment of polluted water and wastewater / IAEA. – Vienna, 2008. – P. 43-57.
- 4 Lozhechnik, A.V. Utilisation of useless pesticides in a plazma reactor / A.V. Lozhechnik [et al.] // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2011. – Vol. 84, №5. – P. 1114-1119.
- 5 Emmi, S.S. The e beam induced decomposition of pesticides in water: a gamma and pulse radiolysis investigation on carbofuran / S.S. Emmi [et al.] // Radiation treatment of polluted water and wastewater / IAEA. – Vienna, 2008. – P. 77-88.
- 6 Şolpan, D. The degradation of some pesticides in aqueous solutions by gamma radiation / D. Şolpan // Radiation treatment of polluted water and wastewater / IAEA. – Vienna, 2008. – P. 177-198.
- 7 Karabelas, A. Membrane treatment of potable water for pesticides removal / A. Karabelas, K. Plakas // Herbicides, Theory and Applications / InTech. – Rijeka, 2011. – P. 370-408.
- 8 The Incorporation of Water Treatment Effects on Pesticide / Office of Pesticide Programs United States Environmental Protection Agency. – Washington, D.C., 2001. – P. 29-32.
- 9 He, B.X. The use of naturally generated volatile fatty acids for pesticide removal during the denitrification process: a thesis submitted in fulfilment of the degree of doctor of philosophy in civil engineering / B.X.(Sarah) He. – Canterbury, New Zealand, 2006. – P. 19-28.
- 10 Пат. RU 2135419, МПК C02F1/72, C02F1/46; опубл. 27.08.1999.
- 11 Пат. RU 2031851, МПК C02F1/32, C02F1/72; опубл. 27.03.1995.
- 12 Волгина, Т.Н. Один из путей решения проблемы уничтожения металлоорганических пестицидов / Т.Н. Волгина, В.Т. Новиков, А.Ю. Денекова // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – № 3. – С. 27-28.
- 13 Фрог, Б.Н. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – Москва : Издательство МГУ, 1996. – С. 357-363.
- 14 Бабенков, Е.Д. Очистка воды коагулянтами / Е.Д. Бабенков. – Москва : Наука, 1977. – С. 238-242.
- 15 Пат. RU 2060961, МПК C1 C02F1/58; опубл. 27.05.1996.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ очистки водных растворов, содержащих пестициды, заключающийся в том, что раствор подщелачивают или подкисляют до рН 8-10, окисляют введением твердого перманганата калия в количестве от 0,5 до 5 г на 1 дм³ при температуре 15-25°C и после его полного растворения раствор нагревают до 50-70°C в течение 15-60 мин, завершают процесс окисления охлаждением до температуры 20-35°C, затем при перемешивании в раствор вводят коагулянт и флокулянт, отделяют образовавшийся осадок с помощью центробежных сил, в осветленную воду вводят сорбент, в качестве которого используют порошковый активированный уголь с влажностью 1-5% в количестве 1-6 г на 1 дм³, отделяют сорбент от очищаемой воды на фильтрах, задерживающих частицы с размером более 5 мкм.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что отделяют образовавшийся осадок с использованием центрифуги, декантора, сепаратора или гидроциклона.

