

TECHNICAL SCIENCES

Staroverov S.V., Alifanova A.I., Yudin R.I., Ivanov V.S.

METHODS OF GIVING OXYGEN OF AIR INTO THE SYSTEMS OF REAGENTLESS CLEANING OF ARTESIAN WATERS FROM DISSOLVED IRON IN BELGOROD REGION

Staroverov S. V., Belgorod State Technological
University named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Alifanova A. I., Belgorod State Technological University
named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Yudin R. I., Belgorod State Technological University
named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Ivanov V. S., Belgorod State Technological University
named after V. G. Shukhov, Belgorod, Russia

Abstract

In this paper, modern technologies of corrosion by oxygen of ferrous iron up to ferric iron have been considered with using of modern firmware system. There are advantages, disadvantages, and prospects of their use.

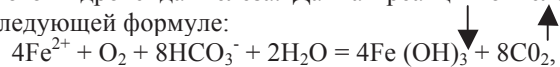
Keywords: deironing, aeration, oxidizing tank.

Большинство объектов Белгородской области для хозяйственно - питьевого и промышленного водоснабжения используют подземные источники. В последних, как правило, содержание железа превышает норму ПДК. [1]

Железо в подземных водах преимущественно присутствует в виде бикарбоната железа $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$, т. е. в растворённой форме в виде двухвалентного железа Fe^{2+} . Чтобы

3d the International Conference on the Transformation of Education 2015

обезжелезить артезианскую воду, необходимо перевести двухвалентное железо Fe^{2+} в нерастворённую форму Fe^{3+} в виде трёхвалентного гидроксида железа. Данная реакция окисления пойдет по следующей формуле:



При этом окисление двухвалентного железа может идти, непосредственно, как в самом объёме воды, так и на поверхности фильтрующей загрузки. В любом случае на слое фильтрующей загрузки происходит осаждение железа. [2]

Данный способ обезжелезивания получил название метода «упрощённой аэрации». Метод «упрощённой аэрации» в аппаратном исполнении представляет следующее: в подаваемую воду вводится кислород воздуха, далее происходит окисление железа в окислительном баке, с последующим осаждением на слое фильтрующей загрузки. Одним из основных этапов данного метода является процесс насыщения очищаемой воды кислородом воздуха.

Остановимся на данной стадии технологии более подробно.

В подземных водах кислород в воде практически отсутствует, поэтому его вводят искусственно. Существуют различные способы аэрирования.

Для окисления 1 мг растворённого в воде железа нужно 0,143 мг кислорода. [3] Содержание кислорода в воздухе – 23% (по массе). При атмосферном давлении и температуре 20 °С растворимость воздуха в воде равна 24,2 мг/л, при этом концентрация кислорода – 5,57 мг/л.

Например, при содержании в воде железа 30 мг/л, необходимое количество кислорода:

$$C = 30 \times 0,143 = 4,29 \left[\frac{мг}{л} \right], \quad \text{сопоставимое} \quad c$$

растворимостью кислорода в воде.

Для эффективного окисления железа и достижения необходимых скоростей фильтрования при методе упрощённой аэрации, содержание кислорода в воде должно быть сверх стехиометрического количества. На сегодняшний день существует достаточно много способов введения O_2 в системы обезжелезивания подземных вод.

По принципу введения кислорода воздуха технологии подразделяются на:

1) безнапорные — сброс воды в открытую ёмкость.

3d the International Conference on the Transformation of Education 2015

2) напорные — ввод кислорода при помощи компрессора.

3) эжекционный — воздух вводится в поток за счёт эффекта эжекции (труба Вентури).

Рассмотрим данные способы более подробно.

Любой ниспадающий поток воды можно считать безнапорным способом аэрации, т.к. он приносит с собой значительную дозу воздуха (а значит, кислорода).

В практике водоподготовки широкое применение нашло использование специальных ёмкостей с распылительными устройствами для насыщения воды кислородом (окислительные баки, градирни и т.д.). Основной принцип работы этих устройств заключается в создании душирования с высот не менее 0,5м от поверхности воды, чтобы диспергированные частицы воды наиболее эффективно насыщались кислородом, и происходил, отдув двуокиси кислорода. Также в данную систему бывает дополнительная подача кислорода вентилятором навстречу потоку водных струй.

На рис. 1, 2 представлены схемы безнапорной аэрации.

На рис. 1 показана схема с применением окислительного бака. Вода, распыляется форсунками с высоты 0,5 м и попадает в бак окислитель. Далее повысительная станция подаёт воду на осадительные фильтры.

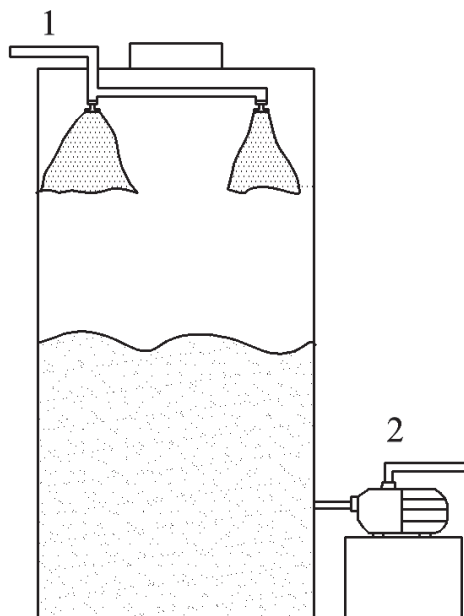


Рис. 1. Схема аэрирования воды с окислительным баком
1 - вход воды, 2 - выход воды

На рис. 2 показана схема аэрирования с применением градирни. Исходная вода поступает через патрубок в верхнюю часть вентиляторной градирни, заполненной керамической насадкой 4 (кольца Рашига размером 25x25x4 мм). Навстречу потоку воды с помощью вентилятора 5 направляют воздух. В процессе аэрации выделяется углекислота (диоксид углерода), а вода обогащается кислородом. Из градирни вода стекает в контактную емкость 7, откуда насосом подается в напорный фильтр. В объеме наполнителя фильтра завершается образование хлопьев гидроксида трехвалентного железа и их задержание [4].

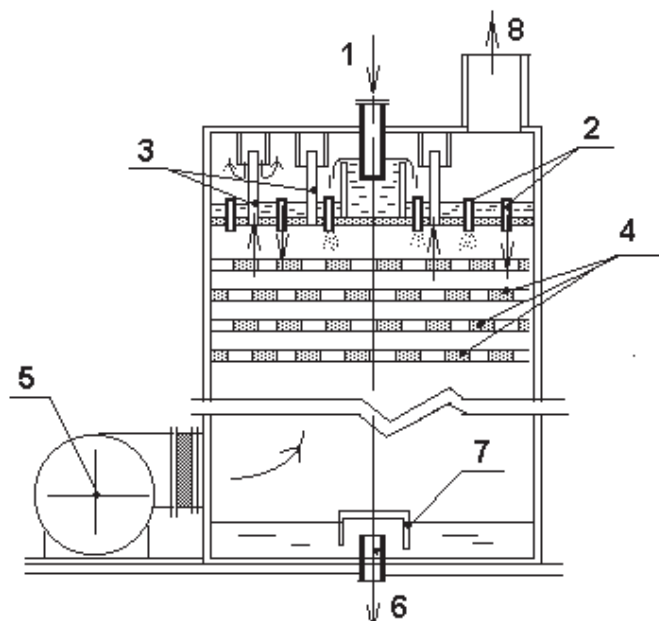


Рис. 2. Схема аэрирования воды на градирне
1 - патрубок для подачи исходной воды в
вентиляторную градирню; 2 - водосливные трубки; 3 -
воздушные трубки; 4 - насадка; 5 - вентилятор; 6 - патрубок для
отвода обработанной воды; 7 - контактная емкость с
гидравлическим затвором; 8 - патрубок для выхода газов из
градирни.

Напорная аэрация предусматривает использование компрессора для принудительного ввода кислорода в поток. Данный ввод осуществляется одним из способов:

1) компрессор подает кислород в трубный аэратор (рис. 3), который загружен кольцами Рашига. При этом в трубном аэраторе происходит турбулизация потока, интенсивное перемешивание воды с кислородом воздуха, и как следствие увеличивается плотность распространения кислорода по всему объему воды.

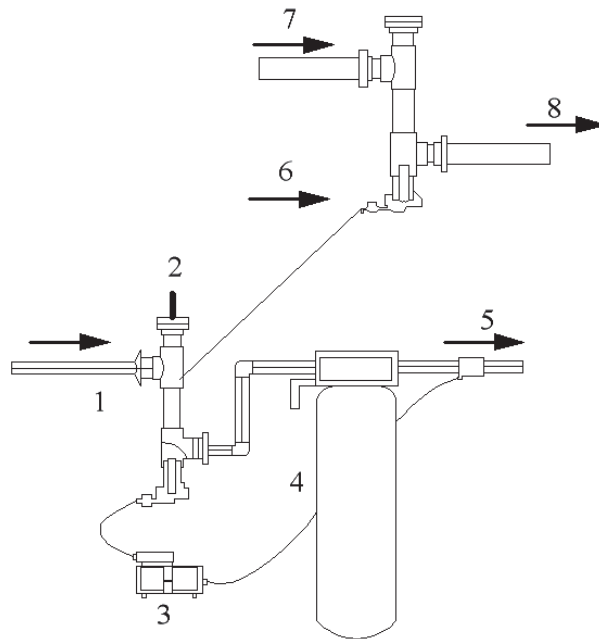


Рис. 3. Схема аэрирования воды с использованием
трубного аэратора

1 - аэратор, 2 - воздухоотделительный клапан, 3 - компрессор,
фильтр - обезжелезиватель, 5 - датчик потока, 6 - подача воздуха, 7 -
ввод воды, 8 - выход аэрированной воды

2) Посредством компрессора (рис. 4). Принцип работы заключается в следующем. Вода проходит через сетчатый фильтр, в котором задерживаются крупные механические частицы, и затем через оголовок подаётся в баллон. Воздух при помощи компрессора через оголовок аэрационной колонны поступает в баллон и распыляется в воду.

Компрессор работает в автоматическом режиме в заданном интервале перепада давлений и обеспечивает необходимую подачу воздуха в зависимости от расхода воды и настраивается при помощи блока управления компрессора. Давление воздуха в аэрационной колонне отображается на манометре и фиксируется регулятором подачи воздуха, установленным на компрессоре. Избыток воздуха стравливается через воздухоотделительный клапан.

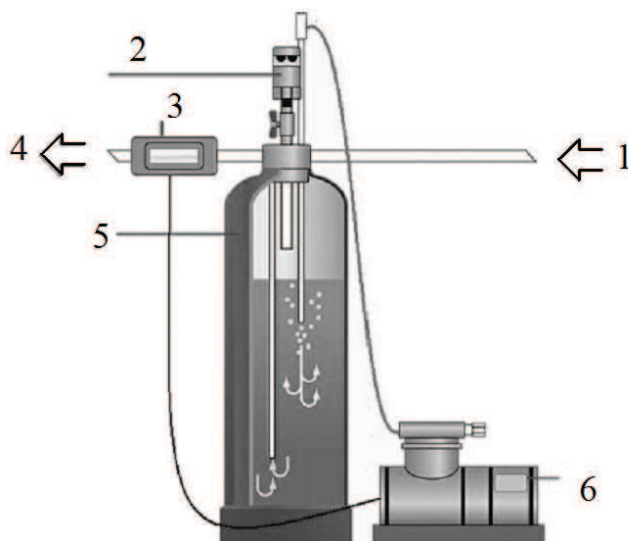


Рис. 4. Схема введения кислорода посредством компрессора

1 - вход, 2 - воздушный клапан, 3 - датчик потока, 4 - выход, 5 - корпус, 6 - компрессор

3) инъекционный способ. Принцип работы эжектора (рис. 5) основан на образовании вакуума в канале всасывающей магистрали вследствие истечения потока воды через сопло с большой скоростью под воздействием разности давлений жидкости в конфузоре и диффузоре.

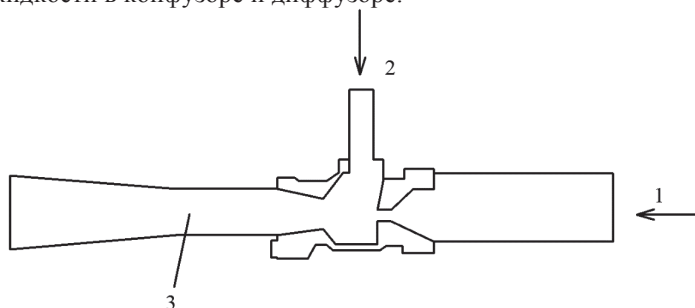


Рис. 5. Схема аэрирования воды с помощью эжектора
1 - вода, 2 - воздух, 3 - смешение воздуха с водой

Сегодня, как показывает практика, в системах безреагентного обезжелезивания нашли применение все перечисленные способы насыщения воды кислородом, однако

3d the International Conference on the Transformation of Education 2015

не существует систематического исследования преимуществ и недостатков последних. Поэтому важно дать оценку представленным на рынке технологиям и выбрать наиболее оптимальный способ для совершенствования общей технологии безреагентного обезжелезивания.

References

- [1]. Sanitary Regulations and Norms (SanPin) 2.1.4.107401. Potable water Hygienic requirement by quality of water centrally directed system of drinking water supply. Control of quality. State committee on Sanitary and Epidemiology Surveillance (SCSES) RF 26.10.01: Effective as of 01.01.02 - M, 2001 - 48 p.
- [2]. Staroverov S. V., Yudin R. I., Collection of research papers S World publication 4, Tome 35, Odessa: Kuprienko S. V., 2013 - p. 71 - 77
- [3]. Hohrjakova E. N, Reznik Ja. E. Aquaterm. Watertreatment. M: LLC «Aquaterm publishing house», 2007 - 239 p.
- [4]. [Digital resource]: *URL:*
<http://www.etch.ru/article.php?art=1&page=1>