

частота вращения ножа. Как видно из графиков, при одинаковой степени измельчения ($d_0=10$ мм) позволяет уменьшить удельную энергоемкость на 7,1 %. Использование разработанной нового режущего инструмента с диаметрами отверстий $d_0 = 5$ мм позволяет уменьшить удельную энергоемкость на 10,8%.

Литература

1. Груданов В.Я. «Золотая» пропорция в инженерных задачах / В.Я. Груданов.-Могилев.: МГУ им. А.А. Кулешова, 2006.- 288.
2. Тимощук И.И. и др. Общая технология мяса и мясопродуктов/ И.И. Тимощук, Н.А. Головаченко, С.А. Сенников.- Урожай, 1989.- 216с.
3. Косой В.Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас.-М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983.-273с.
4. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности.-М.: Пищевая пром-сть, 1971.-520с.
5. Решетка к измельчителю мясо-костного сырья./ Груданов В.Я., Манько А.П., Иванцов В.И., Белохвостов Г.И.// Патент РФ №2047368. М.кл.В02С 18/36, заявлено 16.11.92., опубл. 10.11.95. Бюл №31.

УДК 664

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Ткачева Л.Т., Бренч М.В., Прокопец Е.А. (БГАТУ)

В результате использования законов «золотой» пропорции разработана новая конструкция эжектора, в которой взаимоувязаны все геометрические параметры, что и позволило улучшить качество процесса обезжелезивания воды. По результатам проведенного химического анализа воды установлено, что при использовании новой конструкции эжектора содержание железа в воде снижается до полного его удаления, а химический состав и концентрация полезных веществ остаются в допустимых пределах.

Введение

Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой в последние годы приобрела особую актуальность в связи с чрезмерным загрязнением водных объектов и источников водоснабжения. Поэтому за стратегическое направление водообеспечения населения чистой водой принято приоритетное использование подземных вод для питьевых целей. Считается, что одним из аргументов в пользу подземных вод является меньшая загрязненность их токсикантами техногенного происхождения и большая защищенность по сравнению с поверхностными источниками. Однако многолетняя практика использования подземных вод в разных регионах страны показала, что утрированное представление об их «более благоприятном» химическом составе и применяемые стандартные технологические схемы водоподготовки не всегда обеспечивают получение потребителями качественной питьевой воды. Гидрогеохимическое состояние микрокомпонентного состава подземных вод во многих регионах показывает, что в большинстве проб воды наблюдается присутствие широкого спектра тяжелых металлов, а для некоторых из них в концентрациях значительно превышающих нормы ПДК. В первую очередь это относится к присутствию в подземных водах железа и марганца.

Требования к качеству воды для производственных нужд зависят от ее назначения. Так, например, если вода входит в состав готовой продукции, которой на большинстве предприятий перерабатывающей промышленности АПК являются пищевые продукты, используется вода, отвечающая требованиям государственного стандарта на воду, используемую для питья и в пищевой промышленности. В отдельных случаях эта вода

подвергается специальной дополнительной обработке с целью улучшения ее качества по некоторым показателям: снижается жесткость (умягчение), уменьшается содержание железа (обезжелезивание) и др.

Основная часть

В подземных водах железо чаще всего встречается в растворённом состоянии в виде двууглекислого соединения FeSO_4 . Метод обезжелезивания зависит от формы содержания железа в воде. В настоящее время применяют следующие методы обезжелезивания: безреагентный, осуществляемый путём аэрации, отстаивания и фильтрования; реагентный (коагулирование, хлорирование, известкование); метод катионного обмена, применяемый в том случае, если кроме обезжелезивания необходимо производить и умягчение воды, с помощью катализаторов. Правильно выбрать метод можно только пробным обезжелезиванием.

Согласно нормам содержание железа в воде хозяйственно-питьевых водопроводов, имеющих сооружения для улучшения качества воды не должно превышать 0,3 мг/л. Ещё более жесткие требования к содержанию железа в воде предъявляют отдельные производства.

Подземные воды отличаются большим содержанием железа и железобактерий и повышенным содержанием углекислоты и сероводорода. Высокое содержание углекислоты препятствует переходу двухвалентного железа в трехвалентное и выпадению соединений железа в осадок. Для подземных вод с высоким содержанием железа был разработан метод обезжелезивания воды с применением эжекторных аппаратов.

Схема обработки воды: вода, подлежащая обезжелезиванию, под напором насосов подается на эжектор, которые являются главным элементом схемы и устанавливаются вертикально над загрузкой осветительных фильтров. Количество агрегатов и количество ступеней определяются экспериментально - расчетным методом в зависимости от качества исходной воды.

Сущность метода основана на непрерывном дроблении капель воды в потоке эжектируемого воздуха до мелкодисперсного эффекта абсорбции кислорода с одновременным достижением высоких скоростей окисления двухвалентного железа в трехвалентное.

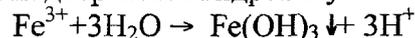
Данный метод рекомендуется для применения и последующей корректировки с учетом особенностей природных вод.

Из подземных вод двухвалентное железо обычно устраняют при помощи аэрации. Двууглекислое соединение – нестойкое соединение, которое в контакте с воздухом легко распадается.

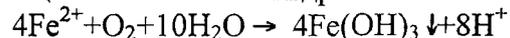
Процесс окисления железа (II) кислородом воздуха в свободном объёме воды без гидрокарбонат-ионов описывается уравнением



Железо (III) в последующем подвергается гидролизу:

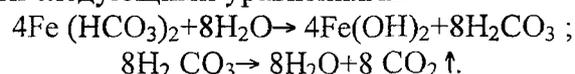


Суммарное уравнение реакции окисления и гидролиза может быть записано в виде



Из уравнений видно, что в результате гидролиза возрастает концентрация водородных ионов, что приводит к увеличению скорости обратной реакции. В целях обеспечения прямой реакции величину pH воды повышают.

Процесс окисления железа (II) и гидролиз железа (III) в присутствии гидрокарбонат-ионов может быть представлен следующими уравнениями:



В общем виде процессы гидролиза и окисления соединений железа можно записать

уравнением



Таким образом, из воды удаляется угольная кислота, а гидроксид железа (II) окисляется до гидроксида железа (III).

Важнейшим элементом процесса эжектирования является степень дробления капель воды. До настоящего времени не решен вопрос о влиянии геометрических характеристик эжектора на степень дробления. Это позволило бы рассчитать оптимальные линейные размеры эжектора, а это, в свою очередь способствовало бы увеличению эффективности процесса обезжелезивания воды.

До сегодняшнего дня конструкция, форма и размеры эжектора определялись произвольно, исходя из выбранных коэффициентов, которые принимались при расчете. Данная работа содержит ряд технических решений, позволяющих улучшить конструкцию эжектора, что в свою очередь позволит снизить содержание железа в воде до полного его удаления.

Существующие конструкции эжекторов имеют существенные недостатки, основным из которых является расположение сопел не наклонно, вследствие чего потоки активной среды движутся прямолинейно, не происходит их дополнительного закручивания и усиления действия друг друга, что приводит к ухудшению качества процесса смешения сред.

Нами предложена новая конструкция газожидкостного эжектора, представленного на рис.1.

Целью работы является улучшение процесса смешения сред и, как следствие, повышение эффективности работы эжектора.

Поставленная цель достигается тем, что в эжекторе, содержащем горловину, патрубок для подвода активной среды и коллектор с соплами, расположенными концентрично и наклонно к плоскости осевого сечения горловины, причем угол наклона каждого последующего сопла больше предыдущего, считая от сопла с минимальным углом наклона, и определяется по формуле:

$$\alpha_i = \arctg \frac{i}{n+1}$$

где α_i - угол наклона i -го сопла, рад.; i - порядковый номер сопла; n - количество сопел, шт.

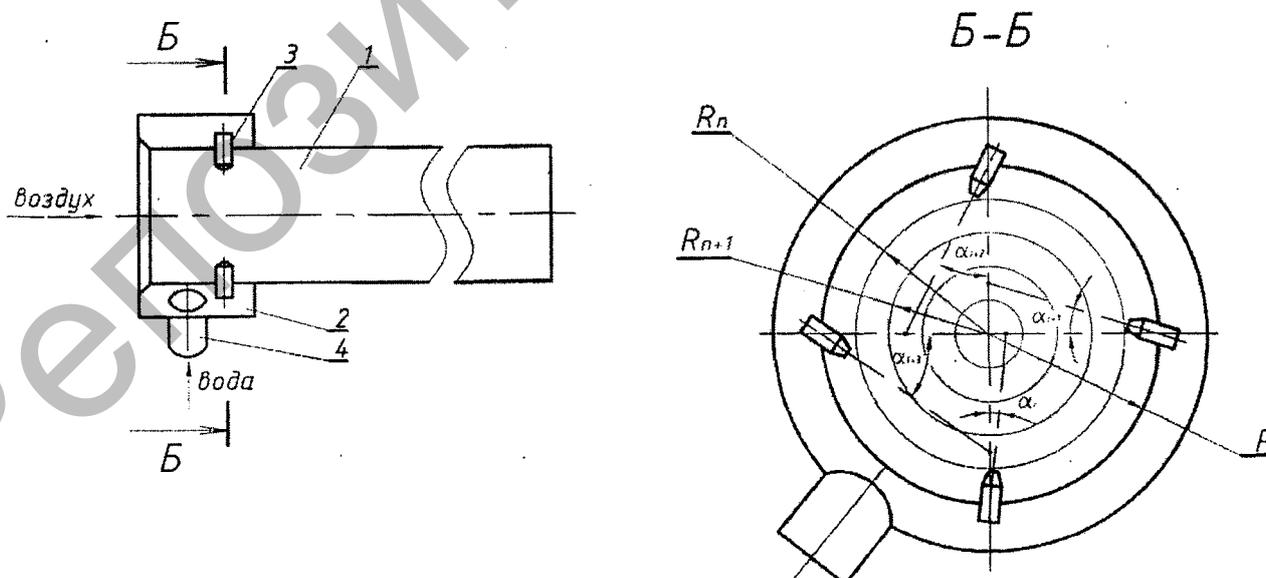


Рисунок 1 - Схема газожидкостного эжектора: 1 – горловина, 2 – коллектор, 3 - сопла, 4 - патрубок для подвода активной среды, R - радиус горловины, R_n – радиус n -го условного кольца, α – угол наклона сопла, i – порядковый номер сопла

Скорость истечения воды из сопла

$$v_b = \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho_b}},$$

где ΔP – давление воды в сети, Па;

ρ_b – плотность воды, кг/м³;

φ – коэффициент истечения (табл.1).

Таблица 1 - Значения коэффициента φ для конических сопел

$\frac{l_c}{d_c}$	0,18	0,35	0,45	0,55	1,00	2,25	4,50
φ	0,75	0,84	0,85	0,87	0,85	0,84	0,83

Площадь поперечного сечения сопла

$$F_c = \frac{V_b}{3600 n v_b} \quad \text{и} \quad F_c = \frac{d_c^2}{4\Phi}, \text{ м}^2$$

где V_b – расход воды, м³/с;

v_b – скорость истечения воды, м/с;

n – количество сопел, шт;

d_c – диаметр сопла, м;

Φ – коэффициент «золотой» пропорции ($\Phi = 1,618$).

Диаметр соплового отверстия определяем по формуле

$$F_c = \frac{d_c^2}{4\Phi} \quad \text{или} \quad d_c^2 = 4\Phi F_c \quad \text{и} \quad d_c = \sqrt{1,272F_c},$$

Диаметр смесителя определяется по формуле

$$D_{см} = d_c \sqrt{\frac{(1+U)(1+U\frac{\rho_{воз}}{\rho_b})(1+\frac{g}{2})}{\cos\alpha_i}},$$

где U – объемный коэффициент инжекции;

g – коэффициент аэродинамического сопротивления смесителя ($g = 0,2$);

α_i – угол наклона соплового отверстия к оси смесителя;

$\rho_{воз}$ – плотность воздуха, кг/м³.

Длина смесителя определяется по формуле

$$L_{см} = \Phi^2 D_{см}$$

В результате данного технического решения активные потоки воды движутся под разными углами закрутки, не мешая и усиливая действие друг друга. При этом каждый из них описывает свой спиралевидный путь, что позволяет им заполнить всю площадь сечения коллектора. За счёт этого захватывается большое количество пассивного потока воздуха, происходит его эффективное перемешивание с активными потоками воды, и, как следствие, ускоряется процесс аэрации и в конечном итоге повышается эффективность работы эжектора.

Для оценки качества воды до обезжелезивания и после был проведен химический анализ сульфатной магниевно-кальциевой минеральной воды «СОЖ».

Химический состав и массовая концентрация компонентов минеральных вод (табл. 2) были определены с помощью атомно-абсорбционного анализа.

Все полученные значения находятся в пределах допустимых норм.

При обезжелезивании получается положительный эффект: снижается уровень содержания железа до его полного удаления, при этом химический состав и концентрация всех обнаруженных компонентов остаются величинами постоянными.

Таблица 2 - Химический состав и массовая концентрация компонентов воды

	Химический состав мг/л		
	Катионы		
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ K ⁺
Допустимые концентрации	300...600	80...180	200...300
Вода до обезжелезивания	460	164	240
Вода после обезжелезивания	460	164	240
	Массовая концентрация мг/л, не более		
	Стронций Sr	Цинк Zn	Медь Cu
Допустимые концентрации	25,0	5,0	1,0
Вода до обезжелезивания	9,3	0,49	<0,04
Вода после обезжелезивания	9,8	0,42	<0,04

Анализ на содержание железа приведен в табл. 3.

Таблица 3 - Содержание железа

Вода до обезжелезивания	Выпадает осадок в виде гидроксида железа (Fe (OH) ₃)
Вода после обезжелезивания	Железо отсутствует

Разработанный и изготовленный эжектор инъекционного типа внедрен на ЧПУП «Чериковский плодоконсервный завод» Белкоопсоюза РБ в линии по производству минеральной воды «Сож».

Заключение

Разработанная, на основе использования «золотой пропорции», новая конструкция эжектора позволила взаимоувязать все его геометрические параметры и улучшить качество процесса обезжелезивания воды, о чем свидетельствуют результаты сравнительных испытаний серийной и новой конструкций эжектора. Проведенные промышленные испытания опытного образца эжектора новой конструкции доказывают правильность выводов сделанных по результатам теоретических исследований.

Литература

1. Журба, М.Г., Мякишев, В.А., Гириль, Н.И. Повышение качества очистки питьевых вод : обзор /М.Г. Журба, В.А. Мякишев, Н.И. Гириль. – Кишинев: Молд. НИИНТИ, 1979. - 178 с
2. Беленький, С.М.. Минеральные воды/ Г.П. Лаврешкина, Т.Н. Думнева, - М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. –235 с.
3. Груданов, В.Я. Основы инженерного творчества : учеб. Пособие /В.Я.Груданов. – Минск.: Изд. центр БГУ, 2005. – 299с.

УДК 664

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Белехова Л.Д., Маршина Н.А. (БГАТУ)

Продукция, загрязненная радионуклидами, нуждается в дополнительной предварительной обработке (отвешивание, отмывание, очистка).

Введение

Площадь загрязненных сельхозугодий радиоактивным цезием более 1 Ки/км² составляет 1363 тыс. га, а также 256,2 тыс. га, списанных из оборота земель, оставшихся в зоне отселения. Отмечено, что к 2007 году площадь загрязненных земель выросла почти на