

стичную трубку вакуумный насос, для создания отрицательного давления (интенсивность разряжения до 40 мм рт. ст.). Активные электроды подключают к гальваническому аппарату. Пассивный электрод фиксируют в руке или на предплечье. Прокладку пассивного электрода смачивают водопроводной водой или изотоническим раствором хлорида натрия. Сила тока устанавливается индивидуально, но не более 0,1-0,3 мА на 1 см² площади активного электрода. Курс лечения составляет 6-8 процедур по 10-20 минут, в зависимости от степени тяжести, с интервалом между посещениями 1 сутки. С использованием данного метода нами проведено лечение 60 больных (26 мужчин и 34 женщины в возрасте от 20 до 55 лет) с различными заболеваниями пародонта и слизистой оболочки полости рта. Контролем служила группа больных того же возраста с аналогичным диагнозом, которым было проведено лечение традиционным методом.

Лечение больных предложенным методом позволило за короткий срок (6-8 посещений в основной группе против 10-12 посещений в контрольной) получить стойкий лечебный эффект. Клиническое улучшение подтверждалось положительной динамикой изменений клинических индексов. За период наблюдения (6 месяцев) у больных основной группы не отмечено обострения заболевания. В контрольной группе у 43% обследуемых отмечены рецидивы заболевания уже через 1,5-2 месяца после проведенного курса лечения. Анализ клинических показателей через 7 дней после лечения «Гепоном» свидетельствовал об улучшении

состояния тканей пародонта, что проявлялось уменьшением воспалительных процессов в десне. Через 6 месяцев после лечения наблюдалось значительное уменьшение глубины пародонтальных карманов, исчезновением воспалительной реакции в десне.

Лечение заболеваний пародонта иммуномодулирующим препаратом «Гепон», вводимым в ткани пародонта с помощью устройства для вакуум-электрофореза десен позволяет: за короткие сроки (6-8 посещений) эффективно воздействовать на основные патогенетические механизмы развития пародонтита; получить стойкий лечебный эффект; за счет усовершенствованного способа введения с помощью капп точно дозировать лекарственное вещество по активности. Установлено, что лечение пародонтита с применением препарата «Гепон», вводимого с помощью устройства для вакуум электрофореза десен является принципиально новым, патогенетически обоснованным подходом к лечению пародонтита. Анализируя результаты исследования, можно сделать заключение о том, что предложенный метод удобен для использования, хорошо переносятся пациентами, не имеет побочного действия и противопоказаний к применению. Полученные данные позволяют рекомендовать данный метод для лечения хронического генерализованного пародонтита, как в отношении дозировки, так и по времени его воздействия. А также новый метод демонстрирует выраженный терапевтический эффект, что позволяет рекомендовать его в широкую стоматологическую практику.

*«Технические науки и современное производство»,
Канарские острова, 11–18 марта, 2011 г.*

Технические науки

ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ОБЪЁМНОГО ОБЛУЧЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Ахмедова О.О., Степанов С.Ф., Сошинов А.Г.
*Камышинский технологический институт (филиал)
ВолГТУ, Камышин, e-mail: Ahmedova-Olga@mail.ru*

В настоящее время уровень загрязнённости окружающей среды продуктами жизнедеятельности человека в густонаселённых местах достигает критической отметки. В населённых пунктах, где не имеется подключения к существующей централизованной канализационной сети, возникает потребность в использовании локальных очистных сооружений, способных производить очистку вод от хозяйственных стоков с высокой степенью очистки, которую возможно достигнуть энергетическим совершенствовани-

ем технологических схем объёмного облучения сточных вод.

В [1] для разработки технологических схем, используется понятия вектора Умова-Пойтинга, при этом потери энергии бактерицидного излучения практически сводятся к нулю, сохраняя высокую равномерность облучения среды и повышая её до физически возможного предела. С помощью вектора Умова – Пойтинга определяется поток энергии в объёме среды через поток энергии сквозь поверхность, ограничивающую этот объём. Если поглощающая среда неподвижна и не содержит проводников, соответствующее выражение имеет вид интеграла по поверхности:

$$-\frac{dQ}{dt} = \oint_S K \cdot \cos \alpha dS, \quad (1)$$

где K – вектор Умова-Пойтинга, S – поверхность, ограничивающая объём, м²; $K \cdot \cos \alpha$ – нор-

мальная составляющая вектора по точкам поверхности.

Из выражения (1) можно определить мощность излучения, приходящуюся на определённый объём среды, равную разности потоков втекающий в объём и вытекающей из него энергии. Для создания энергосберегающей технологии необходимо реализовать в ней условие, при котором энергия ультрафиолетового излучения полностью поглощается объёмом облучаемой среды. Данное условие выполняется, когда при направленном потоке внешнего облучения формируется такой объём облучаемой среды, в котором значение вектора Умова-Пойнтинга для вытекающей энергии очень близко к нулю и, следовательно, потери энергии стремятся к нулю. Следовательно, если вектор скорости перемещения сточной воды направить перпендикулярно плоскому волновому фронту, то тогда энергия поглощенная каждым элементарным объёмом будет находиться при помощи интегрирования не только по времени воздействия (зависит от скорости), но и по потоку облучения, который является функцией пространственных координат. Значение указанного интеграла при движении среды без локальных взаимных смещений элементарных объемов будет для каждого из них одинаковым, что, по существу, и является решением проблемы обеспечения равномерности облучения всего объема облучаемой среды. Следовательно, технологическая схема должна отвечать требованию локализации электромагнитной энергии в виде потока с плоским волновым фронтом и направлением движения обеззараживаемой среды в пространстве локализации электромагнитной энергии перпендикулярно волновому фронту облучающего потока.

При движении слоев среды навстречу облучающему потоку (вверх) частота удаления верхнего слоя из зоны облучения будет определяться выражением (2).

$$f = \frac{\Phi_0}{Q_n}, \quad (2)$$

где Φ_0 – падающий равномерно на поверхность среды параллельный поток, Вт; Q_n – нормированная доза облучения с учетом допустимой неравномерности облучения, Дж/м².

Скорость движения облучаемой среды v :

$$v = \frac{f}{h_i}, \quad (3)$$

где h_i – толщина слоя, обеспечивающая требуемую неравномерность, м.

Эффективность облучения выполняется сочетанием двух параметров:

1) высотой элементарного слоя, снимаемого с поверхности объёма обеззараживаемой среды в единицу времени;

2) величиной падающего на поверхность облучаемой среды потока Φ_0 .

$$h_i = v \cdot \frac{Q_n}{\Phi_0}. \quad (4)$$

Из (4) следует, что при заданной скорости перемещения среды толщина элементарного слоя может уменьшаться при возрастании величины потока Φ_0 , что приводит к увеличению равномерности облучения. При этом потери потока облучения не зависят от устанавливаемой дозы воздействия. Они определяются возможностью создания параллельного потока излучения и общей высотой облучаемого объема среды, обеспечивающего близкое к полному поглощению потока облучения.

В данных технологиях обеззараживаемая сточная вода может двигаться как вверх (навстречу ультрафиолетовому излучению), так и вниз (по направлению с облучающим потоком). При этом выражения (2), (3) и (4) являются справедливыми для схем с однонаправленным движением облучаемой среды и потока излучения.

Для бесконечно тонкого слоя жидкости dx , отстоящего на расстоянии x от дна реакционного сосуда, плотность поглощенного площадью в 1 м^2 потока излучения равна:

$$d\Phi = a \cdot E_0 \cdot e^{-a(h-x)} dx, \quad (5)$$

где E_0 – облученность поверхности жидкости, Вт/м²; h – высота слоя жидкости в реакционной емкости, м.

Объемная плотность поглощенной слоем dx энергии излучения соответствует:

$$du = \frac{d\Phi}{dx} \cdot dt = a \cdot E_0 \cdot e^{-a(h-x)} dt, \quad (6)$$

где t – время, с.

Рассматриваемый гидродинамический поток можно представить моделью идеального вытеснения (поршневое течение без перемешивания вдоль потока при равномерном распределении энергии излучения в направлении, перпендикулярном движению) [2]. Для такой модели:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = v \cdot \frac{\partial u}{\partial x}. \quad (7)$$

Таким образом, объёмная плотность поглощенная каждым слоем обеззараживаемой жидкости энергии излучения будет одинаковой независимо от направления перемещения жидкости. Каждый слой обеззараживаемой жидкости, постепенно поднимаясь или опускаясь, будут суммировать поглощенную им энергию и в результате получит интегрированную дозу воздействия, которая определяется величинами облученности на поверхности жидкости E_0 и линейной скоростью её перемещения v .

Однако, какой бы функцией $a(x)$ не был задан показатель поглощения, анализ выражений дает однозначный результат:

$$u = \frac{E_0}{v} \cdot \int_0^h a(x) \cdot e^{-a(x)(h-x)} dx = \frac{E_0}{v} \cdot (1 - e^{-a \cdot h}). \quad (8)$$

Схемы дают одинаковые результаты если эффект пропорционален только дозе излучения. Однако закон возрастания получаемого элементарным слоем жидкости дозы облучения по координате « x » будет различным для рассмотренных схем и определяется выражениями:

$$u(x) = \frac{E_0}{v} \cdot (e^{-a(h-x)} - e^{-a \cdot h}); \quad (9)$$

$$u(x) = \frac{E_0}{v} \cdot (1 - e^{-a \cdot x}). \quad (10)$$

Сравнивая выражения (9) и (10), видно что в первом случае доза облучения набирается плавно, с возрастающей скоростью, а при движении обеззараживаемой жидкости в одном направлении с потоком УФ-облучения скорость нарастания дозы в начальный момент максимальна, а затем уменьшается до нуля. Данные отличия необходимо учитывать, выбирая более эффективную схему для ультрафиолетового обеззараживания среды.

Воздействие УФ-лучей на жидкость характеризуется сложной закономерностью технологического процесса от u . Количество бактерий в единице объема оставшихся после облучения определяется выражением:

$$N_{\text{БК}} = N_{\text{БН}} \cdot e^{-\frac{E_0 \cdot t}{H_{\text{БН}}}}. \quad (11)$$

Данное выражение получено из уравнения кинетики гибели бактерий при воздействии на единицу объема среды потока излучения Φ :

$$\frac{dN_{\text{БК}}}{dt} = -\frac{\Phi}{H_{\text{БН}}} \cdot N_{\text{БН}}. \quad (12)$$

Поток излучения, поглощаемый, единицей объема облучаемой среды зависит от координаты « x » расположения слоя по высоте реактора.

$$N_{\text{БК}} = N_{\text{БН}} \cdot e^{-\frac{u(x)}{H_{\text{БН}}}}. \quad (13)$$

Обе схемы облучения дадут одинаковые интегральные результаты, так как движения облучаемой жидкости $u(h)$ одинаково. Переходя к безразмерным координатам, соответственно получаем зависимости относительной концентрации бактерий от координаты « x » фотореактора в процессе обеззараживания:

$$N'_{\text{БК}}(x') = e^{-g(e^{-D(1-x')} - e^{-D})}; \quad (14)$$

$$N'_{\text{БК}}(x') = e^{-g(1 - e^{-D \cdot x'})}, \quad (15)$$

где $g = E_0 / (vH_0)$ – задаваемая относительная объемная плотность дозы облучения; $x' = x/h$ – текущая относительная глубина.

Степень обеззараживания жидкости определяется выражением

$$\psi = 1 - N'_{\text{БК}} = e^{-\frac{E_0}{v \cdot H_{\text{БН}}}}. \quad (16)$$

Таким образом, при УФ-обеззараживании жидких сред по рассматриваемой технологической схеме скорость движения жидкости определяется по выражению (16) при заданных необходимых значениях степени стерилизации ψ и пороговой дозы $H_{\text{БН}}$:

$$v = \frac{(1 - \rho) \cdot E_0}{H_{\text{БН}} \cdot \ln \psi}, \quad (17)$$

где ρ – интегральный коэффициент отражения излучения поверхностью жидкости.

Кинетика обеззараживания жидкости, несмотря на равенство интегральных показателей, при разных направлениях движения будет различной.

1. Движение жидкости навстречу потоку ультрафиолетового облучения:

$$u' = \frac{du/dx'}{u} = D \cdot \frac{e^{-D(1-x')}}{1 - e^{-D}}. \quad (18)$$

2. Движение жидкости в одном направлении с потоком ультрафиолетового облучения:

$$u' = D \cdot \frac{e^{-D \cdot x'}}{1 - e^{-D}}. \quad (19)$$

Если сопоставить зависимости ψ и u' , то следует, что в случае движения жидкости вниз большей концентрации бактерий соответствует более высокая объемная плотность поглощенной энергии. Поэтому следует обеспечивать нисходящий поток жидкости, что так же подтверждается расчетами согласно выражению

$$\eta_{\text{об}}(x') = \frac{dN'_{\text{БК}}/dx'}{u'(x')}, \quad (20)$$

где $dN'_{\text{БК}}/dx'$ – относительная скорость обеззараживания по глубине реактора.

Рассмотренные варианты движения облучаемой жидкости в данных технологиях и математический анализ параметров энергетики и качества процесса обеззараживания в них, позволили выявить взаимное направление движения среды и УФ-потока, при котором обеспечивается максимальный эффект стерилизации среды с минимальными затратами электроэнергии.

Список литературы

1. Карпов В.Н. Некоторые теоретические принципы метода конечных отношений (МКО) в энергосбережении // Энергосбережение, эксплуатация электрооборудования и автоматизация технологических процессов в АПК: Сборник научных трудов СПбГАУ – СПб.: СПбГАУ, 2001. – С. 8–15.
2. Остапчук Н.В. Основы математического моделирования процессов пищеварительных производств: учебн. пос. для вузов – Киев.: Вища школа. Головное издательство, 1981. – 304 с.
3. Кутателадзе С.С. Гидродинамика газожидкостных систем / С.С. Кутателадзе, М.А. Стырикович. – М.: Энергия, 1976. – 296 с.: ил.; 19 см. – Библ.: С. 288–296. – 3300 экз. – УДК 532.529.