

5 Астапчик, С.А. Лазерные технологии в машиностроении и металлообработке / С.А. Астапчик, В.С. Голубев, А.Г. Маклаков // – Минск: Беларус. наука, 2008. – 251 с.

6. Новое в применении лазерной термической обработки деталей и инструмента/ В.С. Голубев [и др.]. – Минск.: БелНИИНТИ, 1986. – 44с.

7 Гуляев, А.П. Металловедение : учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.

**Abstract.** The working organs of tillers work under conditions of intense abrasive wear and periodic dynamic (shock) loads. Therefore, the study of the application of promising materials and methods of hardening them, providing high wear resistance with simultaneous resistance to impact loads, is of undoubted relevance.

УДК 573.6.086.83:577.18

**Кусин Р.А.**<sup>1</sup>, кандидат технических наук, доцент,

**Закревский И.В.**<sup>1</sup>, инженер,

**Черняк И.Н.**<sup>2</sup>, **Жегздринь Д.И.**<sup>2</sup>,

**Якимович Н.Н.**<sup>3</sup>, кандидат технических наук,

**Якимович И.В.**<sup>3</sup>,

**Домбровский В.В.**<sup>4</sup>, **Райский А.П.**<sup>4</sup>

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup>ГНУ «Институт порошковой металлургии»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>3</sup>ГНУ «Институт физико-органической химии НАН Беларуси»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>ООО «Молтехстроймонтаж» г. Минск, Республика Беларусь

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПОРИСТЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

**Аннотация.** Показаны возможности применения пористых порошковых титановых материалов в качестве распределителей га-

зовых потоков на предприятиях АПК, в частности для диспергации озоносодержащих воздушных смесей, воздуха и пара с целью обеззараживания среды обитания рыб в установках замкнутого водоснабжения, насыщения кислородом воздуха культуральной жидкости при выращивании микроорганизмов в биореакторах и нагрева теплоносителя для обеспечения стерилизации жидких сред на молочных производствах.

### **Введение**

Методы порошковой металлургии позволили создать новый вид проницаемых материалов – пористые материалы на основе металлических порошков. В сравнении с другими проницаемыми материалами (войлок, бумага, ткани, полимеры, керамика) пористые порошковые материалы (ППМ) обладают рядом достоинств: имеют хорошее сочетание пропускной способности и тонкости очистки, прочны, устойчивы к тепловым ударам, поддаются сварке, пайке и механической обработке, способны многократно регенерироваться различными методами; выбором соответствующего материала обеспечиваются необходимые коррозионная стойкость, жаростойкость и теплопроводность. В зависимости от характеристик исходного порошка и технологии изготовления пористые материалы, получаемые на основе порошков бронзы, меди, коррозионностойкой стали, никеля, титана, вольфрама, ниобия, тантала обладают широким диапазоном свойств: пористостью от 0,2 до 0,8 и размерами пор от десяти до 1000 мкм. Одной из распространенных групп ППМ при классификации по применению являются распределители потоков, которые используются при пневмотранспорте сыпучих сред, аэрации жидкостей для их перемешивания или насыщения газами, в качестве элементов пористого охлаждения или нагрева и других целей.

### **Основная часть**

Целью данной работы является обмен опытом по эффективному применению ППМ в качестве распределителей газовых потоков на предприятиях АПК. Исходя из накопленного опыта, в качестве наиболее перспективных областей применения можно выделить три: аэрацию воздушного потока с целью насыщения культуральной жидкости при выращивании аэробных микроорганизмов в био-

реакторах, диспергацию потока озоносодержащей воздушной смеси для обеззараживания среды обитания рыб (в том числе и мальков) в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) и равномерное распределение потока пара по объему теплоносителя (воды) для регулирования температуры в рабочих емкостях при тепловой обработке молока, молочных смесей и технологических сред, используемых при переработке молока.

Непременным условием культивирования аэробных микроорганизмов является аэрация ферментационной среды, то есть процесс насыщения последней кислородом воздуха. Микроорганизмы, растущие аэробно, зависят от содержания только растворенного в ферментационной среде кислорода. Наиболее распространенным методом, обеспечивающим эффективное растворение в жидкой среде кислорода, считается метод продувания через ферментационный раствор атмосферного воздуха. При прочих равных условиях интенсивность растворения кислорода определяется свойствами аэратора, непосредственно распределяющего поток воздуха в культуральной жидкости. Наиболее предпочтительными, по сравнению с другими, являются порошковые аэраторы [1].

Ниже приведены результаты лабораторных исследований и апробации в производственных условиях использования аэраторов на основе порошков титана при культивировании дрожжевых микроорганизмов *Debaryomyces hansenii var hansenii* (*D.f.v.*); культуральная среда подготавливалась на основе молочной сыворотки. Установлено, что пористый порошковый аэратор на основе порошка титана обладает скоростью насыщения в 1,6 раза большей по сравнению со штатным (перфорированным). Сравнение в процессе культивирования дрожжевых микроорганизмов *D.f.v.* при диспергации воздуха через штатные и порошковые диспергаторы на лабораторном ферментере также показало преимущество последних: увеличение биомассы составило около 25 % при одинаковом расходе воздуха (1 л/мин на 1 л объема культуральной жидкости).

Исследования в производственных условиях проводили на ОАО «Бобруйский завод биотехнологий» в аппарате чистой культуры (производственном ферментере для подготовки посевного материала *D.f.v.*, предназначенного для переработки молочной сыворотки в рабочем аппарате с целью получения белковой кормовой

добавки). Испытания показали, что, устройство для насыщения культуральной среды обеспечило завершение процесса культивирования через 12 ч, против 14 ч при работе штатного (перфорированного) диспергатора.

Одной из основных задач УЗВ является поддержание оптимального качества воды, как первичной подготовки воды, так и при ее регенерации в процессе рециркуляции играет операция обеззараживания. К числу наиболее распространенных методов обеззараживания относится озонирование. Для обеззараживания воды достаточно 0,5–4 мг/л (чем более мутная вода, тем больше нужно расходовать озона) [2, 3]. Порошковые диспергаторы были установлены взамен импортных производства компании Aqua-Sander (Германия), на УЗВ, принадлежащей ООО «Фирма «Ремона» (г. Могилев, Республика Беларусь) (рисунок 1, а, б), и показали хорошие результаты в процессе работы.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Внешний вид (а) и процесс эксплуатации (б) диспергатора на основе пористых порошковых титановых элементов и внешний вид импортного диспергатора после 1,5 лет эксплуатации (в)

По истечении двух лет эксплуатации в УЗВ ООО «Фирма «Ремона» показатели диспергаторов не изменились, тогда как аналогичные изделия импортного производства пришли в негодность в результате саморазрушения по истечении полутора лет эксплуатации (рисунок 1, в).

Тепловая обработка – одна из основных и необходимых технологических операций переработки молока и молочных продуктов. В оборудовании, разработанном ООО «Молтехстроймонтаж» и успешно эксплуатирующемся на ОАО «Кобринский маслодельный-сыродельный завод», ОАО «Борисовский молочный комбинат» и Вилейском филиале «Молодечненский молочный комбинат», используются закрытые аппараты с теплообменной рубашкой, в ко-

торых нагрев проточного через рубашку теплоносителя (воды) осуществляется путем смешения с паром, что обеспечивает быстроту процесса и, соответственно, сокращает время полного технологического цикла. При этом, порошок титановый диспергатор обеспечивает равномерное распределение потока пара по объему теплоносителя, одновременно осуществляя очистку пара от твердых включений. На рисунке 2 представлены емкости для тепловой обработки технологических сред, используемые на ОАО «Кобринский маслодельный-сыродельный завод» (узел нагрева скрыт) и узел нагрева теплоносителя (стрелкой указан корпус, в котором закреплен титановый диспергатор), подаваемого в тепловую рубашку аппарата, предназначенного для пастеризации молочных смесей на ОАО «Борисовский молочный комбинат».



Рисунок 2 – Емкости для тепловой обработки технологических сред, используемые на ОАО «Кобринский маслодельный-сыродельный завод» (а) и узел нагрева теплоносителя (стрелкой указан корпус, в котором закреплен титановый диспергатор), подаваемого в тепловую рубашку аппарата, предназначенного для пастеризации молочных смесей на ОАО «Борисовский молочный комбинат» (б)

Узел нагрева с порошковым диспергатором при относительно небольших размерах и простом конструктивном исполнении обеспечивает нагрев емкости с рабочей загрузкой жидкой среды массой 1,0 тонна до 95 °С в течение 45 минут; пар подается под давлением 4-5 атм при температуре 140-160 °С.

### **Заключение**

В работе приведены случаи, эффективного применения ППМ в качестве распределителей газовых потоков на предприятиях АПК. Раскрыты из возможности для диспергации озоносодержащих воз-

душных смесей, воздуха и пара с целью обеззараживания среды обитания рыб в установках замкнутого водоснабжения, насыщения кислородом воздуха культуральной жидкости при выращивании микроорганизмов в биореакторах и нагрева теплоносителя для обеспечения стерилизации жидких сред на молочных производствах, соответственно.

Список используемой литературы

1. Жерноклев, А.К. Аэрация и озонирование в процессах очистки воды [Текст] / А.К. Жерноклев, Л.П. Пилиневич, В.В. Савич / под редакцией Н.В. Холодинской. – Минск: Тонпик, 2002. – 129 с.
2. Козлов, А.И. Влияние озонирования на улучшение качества водной среды в установках замкнутого водоснабжения [Текст] / А.И. Козлов, Н.В. Барулин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. / УО БГСХА. – Горки: БГСХА, 2006. – Вып. 8, Ч. 1. – 214-215.
3. Григорьев, С.С. Индустриальное рыболовство в 2-х ч. Ч. 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: Учебное пособие для студентов специальности 110901 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения [Текст] / С.С. Григорьев, Н.А. Седова. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2008. – 186 с.

**Abstract.** The application possibilities of porous powder titanium materials have been shown as gas flow distributors in agro-industrial enterprises, in particular, for dispersing ozone-containing air mixtures, air and steam for the purpose of disinfecting the fish habitat in recirculating aquaculture system, air saturation by oxygen of the culture liquid while growing microorganisms in bioreactors and warming up a heat-transfer to ensure the sterilization of liquid media in dairy production, respectively.