

основе алюминия, для изделий конкретного назначения при производстве эксплуатации и ремонте деталей сельскохозяйственной техники (сложные корпусные изделия, теплоизоляторы, фильтры, шумопоглотители и т.п.).

Аддитивное производство открывает совершенно новые возможности в плане конструирования и изготовления определенных изделий более сложной конфигурации и облегченной массы. Соответственно для производственных и ремонтных целей агропромышленного комплекса применение АМ в ряде случаев совершенно оправданно, однако наработка производственного опыта требует дополнительных затрат времени и ресурсов.

Список использованных источников

1 Ян Ларссен. Журнал «машиностроение и смежные отрасли» Аддитивное и гибридное производство и применением 3D-печати. 2015 г., №3, с. 26-28.

2 Интернет ресурс: 3DPг.ру Энциклопедия 3-D печати «Материалы для 3D-печати» 20.12.2012.

3 Электронный ресурс: свободная энциклопедия «Википедия» <https://ru.wikipedia.org>.

4 Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.А. Зленко, А.А. Попович, И.Н. Мутьлина. – СПб, 2013. с. 78.

5 Капцевич, В.М. «Пористые порошковые материалы: история создания современное состояние и перспективные разработки» – Минск. – 2010. – 320 с.

УДК 621.899

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ ЗАГРЯЗНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ, ПРИСУТСТВУЮЩИХ В МОТОРНЫХ МАСЛАХ, ПРИ ГЛУБИННОМ ФИЛЬТРОВАНИИ

Студент – Богданович Т.А., 3 мот, 2 курс, ФТС

*Научные руководители – Капцевич В.М., д.т.н., профессор,
зав. кафедрой;*

Корнеева В.К., старший преподаватель

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Осаждение частиц в пористой среде описывается экспериментально установленной зависимостью Ивасаки [1]:

$$\frac{\partial C}{\partial x} = -\lambda C, \quad (1)$$

где C – объемная концентрация частиц, %; x – направление движения очищаемой жидкости, м; λ – коэффициент фильтрования.

Теоретически можно показать, что коэффициент λ , входящий в уравнение (1) для порошковой $\lambda_{\text{п}}$ и волокновой $\lambda_{\text{в}}$ пористых сред соответственно равны

$$\lambda_{\text{п}} = \frac{3(1-\Pi)\eta_0\alpha}{2D},$$

$$\lambda_{\text{в}} = \frac{4(1-\Pi)\eta_0\alpha}{\pi D},$$

где Π – пористость; η_0 – вероятность столкновения частиц загрязнений с пористым каркасом; α – вероятность осаждения; D – диаметр частиц, образующих пористый каркас.

При проведении теоретических расчетов многие авторы [2] принимают $\alpha = 1$, а при определении значений η_0 учитывают роль таких механизмов осаждения, как диффузия, прямое столкновение, седиментация и инерция, и считают, что

$$\eta_0 = \eta_{\text{диф}} + \eta_{\text{пр ст}} + \eta_{\text{сед}} + \eta_{\text{ин}}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{диф}}$, $\eta_{\text{пр ст}}$, $\eta_{\text{сед}}$, $\eta_{\text{ин}}$ – соответственно, вероятности столкновения под действиями механизмов диффузии, прямого столкновения, седиментации и инерции.

По данным авторов [2–4] вероятность столкновения в результате действия этих механизмов определяется следующими зависимостями:

– диффузия [3]

$$\eta_{\text{диф}} = 0,9 \left(\frac{k_6 T}{\mu d D v_{\phi}} \right)^{2/3}; \quad (3)$$

– прямое столкновение [2]

$$\eta_{\text{пр ст}} = \frac{3}{2} \left(\frac{d}{D} \right)^2; \quad (4)$$

– седиментация [2]

$$\eta_{\text{сед}} = \frac{(\rho_{\text{т}} - \rho_{\text{ж}}) d^2 g}{18\mu v_{\text{ф}}}; \quad (5)$$

– инерция [4]

$$\eta_{\text{ин}} = \frac{\rho_{\text{т}} d^2 v_{\text{ф}}}{18\mu D}; \quad (6)$$

где $k_{\text{б}}$ – постоянная Больцмана, равная $1,3804 \cdot 10^{-23}$, Дж/К; T – абсолютная температура, К; μ – динамическая вязкость очищаемой жидкости, Па·с; $v_{\text{ф}}$ – скорость фильтрования, м/с; $\rho_{\text{т}}$ и $\rho_{\text{ж}}$ – соответственно плотность частиц загрязнений и очищаемой жидкости, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

Используя выражения (2)–(6) нами были проведены расчеты по оценке вероятности столкновений частиц загрязнений на единичном коллекторе. В качестве очищаемой среды выбрано моторное масло М14Г2ЦС ($\rho_{\text{ж}} = 850,21$ кг/м³, $\mu = 0,012$ Па·с при температуре $T = 373$ К). Размеры частиц загрязнений выбирались в диапазоне $d = 10^{-8} \dots 10^{-4}$ м. Нами рассмотрены следующие варианты процесса осаждения частиц загрязнений на единичном коллекторе:

– при различных диаметрах единичного коллектора D , равных 250, 500, 750 и 1000 мкм; частицы загрязнений SiO₂ ($\rho_{\text{т}} = 2650$ кг/м³); температура очищаемого масла $T = 293$ К, скорость фильтрования $v_{\text{ф}} = 0,0013$ м/с;

– при различной температуре T , равной 293 ($\rho_{\text{ж}} = 900$ кг/м³, $\mu = 0,836$ Па·с); 313 ($\rho_{\text{ж}} = 888$ кг/м³, $\mu = 0,135$ Па·с); 333 ($\rho_{\text{ж}} = 875$ кг/м³, $\mu = 0,046$ Па·с); 353 ($\rho_{\text{ж}} = 863$ кг/м³, $\mu = 0,022$ Па·с) и 373 К ($\rho_{\text{ж}} = 850$ кг/м³, $\mu = 0,012$ Па·с); частицы загрязнений SiO₂ ($\rho_{\text{т}} = 2650$ кг/м³); скорость фильтрования $v_{\text{ф}} = 0,0013$ м/с; диаметр коллектора $D = 500$ мкм;

– при различных скоростях фильтрации $v_{\text{ф}}$, равных 0,0013; 0,004; 0,007 и 0,01 м/с; частицы загрязнений SiO₂ ($\rho_{\text{т}} = 2650$ кг/м³); диаметр коллектора $D = 500$ мкм; температура очищаемого масла $T = 293$ К;

– при фильтровании различных частиц загрязнений: асфальтены ($\rho_{\text{т}} = 1140$ кг/м³); сажа ($\rho_{\text{т}} = 2000$ кг/м³); SiO₂ ($\rho_{\text{т}} = 2650$ кг/м³); железо ($\rho_{\text{т}} = 7870$ кг/м³); скорость фильтрования $v_{\text{ф}} = 0,0013$ м/с; диаметр коллектора $D = 500$ мкм; $T = 293$ К.

Проведенные расчеты показали следующее.

Наиболее трудноудаляемыми частицами являются частицы загрязнений размером порядка 1 мкм. При таком размере частиц загрязнений суммарная вероятность столкновения в результате действия механизмов осаждения минимальна.

Наибольшая вероятность столкновения частиц загрязнений наблюдается на единичном коллекторе диаметром 100 мкм. При этом наибольшую вероятность столкновения для частиц размерами свыше 1 мкм обеспечивает механизм прямого столкновения, а для частиц меньших размеров – диффузия. Вероятность столкновения частиц загрязнений в результате механизма седиментации от размеров коллектора не зависит.

С ростом температуры суммарная вероятность столкновения частиц загрязнений с единичным коллектором на порядок возрастает для частиц с размером более 1 мкм, и на полтора порядка для частиц размером менее 1 мкм за счет существенного влияния диффузии.

С ростом скорости фильтрации возрастает вероятность столкновения частиц загрязнений с единичным коллектором за счет механизма инерции и уменьшается за счет механизмов диффузии и седиментации. Суммарное действие механизмов для частиц загрязнений размером более 1 мкм от скорости фильтрования не зависит.

Суммарное действие всех механизмов осаждения практически не зависит от вида частиц загрязнений.

Список использованных источников

1. Iwasaki, T. Some notes on sand filtration / T. Iwasaki // Jour. AWWA. – 1937. – № 29. – P. 1591–1602.
2. Yao, K. Water and Waste Water Filtration: Concepts and Application / K. Yao [et al.]. // Environmental Science and Technology. – 1971. – Vol. 5. – № 12. – P. 1105–1112.
3. Левич, В.Г. Физико-химическая гидродинамика / В.Г. Левич. – Москва: Государственное издательство физико-химической литературы, 1959. – 700 с.
4. Bliss, T. Suspended Solids Washing Overview / T. Bliss, M. Ostoj-Starzewski. // IPST Technical Paper Series Number 679. – 1997. – 13 p.