

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО РАСХОДОМЕРА СУСПЕНЗИИ

Суспензии, эмульсии, применяемые в производственных процессах, являются неоднородными и сложными по физико-механическим параметрам. Поэтому измерение их расхода в технологическом потоке затруднено или практически невозможно.

Проведенный анализ метрологических и эксплуатационных характеристик расходомеров - постоянного и переменного перепада давлений турбинных, электромагнитных, индукционных, ультразвуковых, контактных и бесконтактных тепловых показал, что все они обеспечивают погрешность измерений не ниже $\pm 5\%$ на средних и больших расходах.

Химическое протравливание семян, например, проводится при расходах суспензий пестицидов от 70 до 100 дм³/ч. Использовать известные серийные расходомеры для измерения расхода суспензий пестицидов в потоке, кроме ультразвуковых и бесконтактных тепловых предоставляется возможным. Однако и они не обеспечивают погрешности измерений ниже $\pm 5\%$ на малых расходах суспензий пестицидов в процессе химического протравливания семян.

Известные термокондуктометрические расходомеры проточного типа с плоскопараллельными системами электродов вследствие конструктивного несовершенства не могут использоваться для потоков суспензий пестицидов в силу присущих им недостатков:

- работают только с жидкостями однородными по физико-химическому составу;
- относительно низкие чувствительность и точность на суспензиях и эмульсиях;
- сложность монтажа и эксплуатация плоскопараллельных систем электродов;
- электродная система создает дополнительное гидравлическое сопротивление контролируемому потоку, изменяя его характеристики;
- нетехнологичность конструкции и значительные габариты;
- необходима индивидуальная тарировка.

Цель данной работы разработать термокондуктометрический расходомер суспензий пестицидов, свободный от выше отмеченных недостатков и обеспечивающий погрешность измерений не выше $\pm 3\%$.

Предложен термокондуктометрический расходомер с коаксиальной электродной системой, состоящей из трех электродов - двух внутренних и одного наружного с теплоизолирующим кожухом, образующих две измерительные ячейки (а.с.Ю40338), включенные по схеме сравнения.

Проведенные теоретические исследования показали, что погрешность измерений определяется химическим составом жидкости.

Экспериментальные исследования показали, что чем выше температура нагрева контролируемого потока в измерительных ячейках, тем выше чувствительность и точность устройства.

С целью увеличения информативного параметра - температуры нагрева жидкости в межэлектродном пространстве измерительной коаксиальной ячейки произведена оптимизация ее параметров (геометрических) по критериальной функции - максимум плотности тока в межэлектродном пространстве

$$j = U (\sigma_0 + \theta m) / r_0 \ln (r_n / r_0) \longrightarrow \max$$

где U - напряжение измерительной ячейки; σ_0 - химический состав жидкости (удельная электропроводность); θ - температура нагрева жидкости; m - коэффициент, характеризующий изменение удельной электропроводности контролируемой жидкости от температуры нагрева; r_0 - наружный радиус внутреннего электрода; r_n - внутренний радиус наружного электрода.

Приняты ограничения: $100 \text{ В/см} \leq U / (d_n - d_0) \leq 125 \text{ В/см}$; расход суспензии $70 \dots 100 \text{ дм}^3/\text{ч}$; температура нагрева $2 \dots 5^\circ\text{C}$; и скорость жидкости $0,1 \dots 0,2 \text{ м/с}$.

Получено оптимальное выражение критериальной функции в виде

$$j = 28985,5 \sigma \text{ А/м}^2,$$

а также оптимальные значения $d_n = 0,02$ и $d_0 = 0,01 \text{ м}$.

Для определения рациональной длины измерительной ячейки проведены ее исследования с энергетической точки зрения. Получено оптимальное значение длины ячейки, равное $0,13 \text{ м}$.

Выбор рациональных конструктивных и электрических параметров измерительных ячеек термокондуктометрического расходомера суспензий обеспечивает ошибку измерений до $2,3 \%$ при вероятности $0,95$.