

简介: 污泥脱水是污泥处理全链条中的一个重要环节, 电解污泥脱水不仅可以将污泥中的自由水去除, 同时也可以将污泥中的部分结合水和吸附水去除, 是污泥减量化处理环节中重要的技术手段之一。

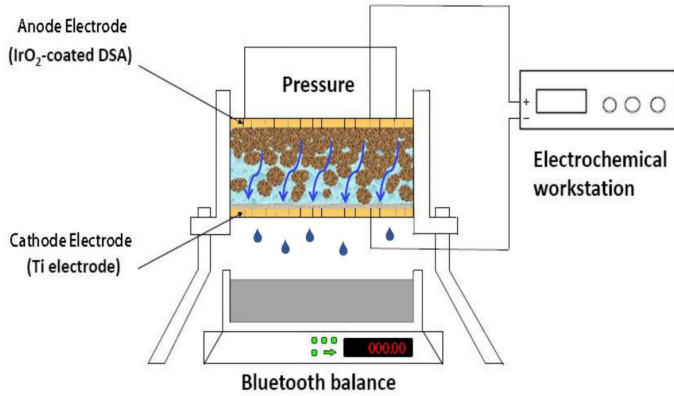


图 1. 电解污泥脱水原理图示意图

计算方法: 污泥样品来自中国上海嘉定市污水处理厂采样活性, 其平均初始含水率约为80%。通过线性扫描伏安法 (LSV) 分析动力学以确定SED的阈值和技术参数 (电导率与水含量)。利用COMSOL Multiphysics 软件中电化学模块和传热接口模拟仿真电解污泥脱水过程中渗流速度和温度变化。

二次电流分布

$$i = i_0 \left(\exp(\eta(\beta - 1)F/(RT)) - \exp(\eta\beta F/(RT)) \right)$$

$$i_l = -\sigma \nabla \varphi_1$$

$$\eta = a + b * \log(i)$$

固体传热

$$\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} + \rho C_p \mathbf{u} \cdot \nabla T + \nabla \cdot \mathbf{q} = Q + Q_{ted}$$

$$\mathbf{q} = -k \nabla T$$

表 1. 主要参数

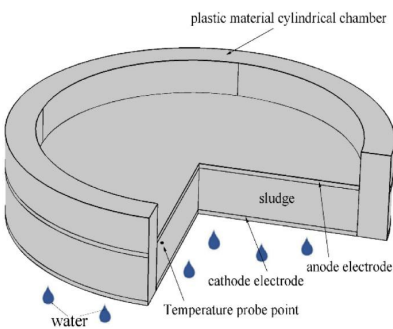


图 1. 污泥泥饼几何建模示意图

| 变量 | 数值 | 单位 |
|--------|------|----------------------|
| 侧面传热系数 | 35 | W/(m ² K) |
| 传热系数 | 0.5 | W/(m ² K) |
| 干固体质量 | 9.59 | g |
| 半径 | 38 | mm |
| 初始泥质量 | 50 | g |

结果: 仿真和实验结果如下

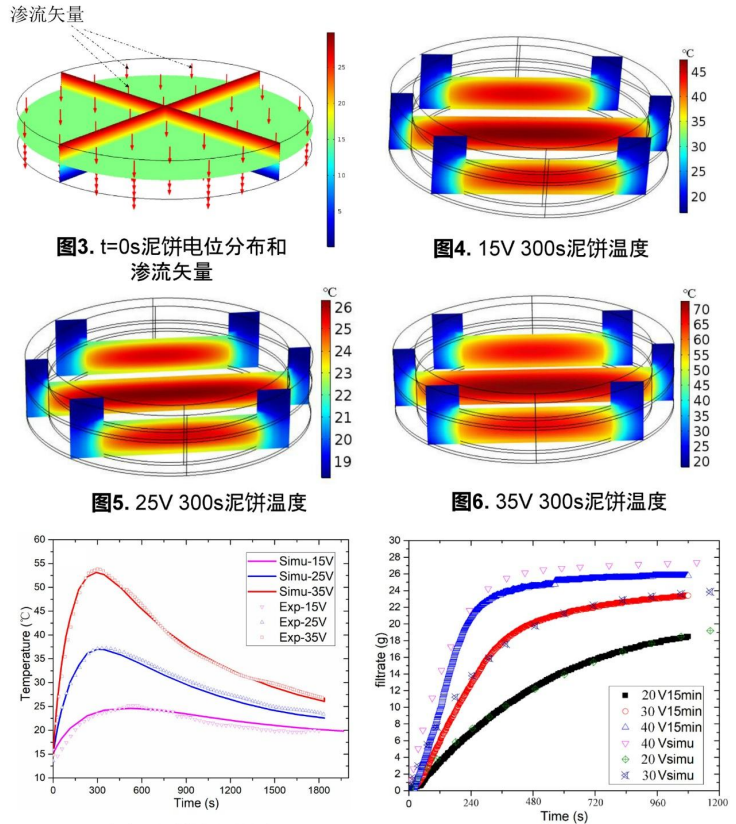


图 7. 泥饼表面温度

图 7. 滤液质量变化过程仿真与实验对比

表 2. 分段电压与恒电压电解污泥脱水性能参数

| parameter | piecewise voltage (V cm ⁻¹) | | | constant voltage 15min (V) | | |
|--|---|----------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------|
| | 15-35-25 | 25-35-15 | 35-15-25 | 15 | 25 | 35 |
| Dry solids content (wt%) | 34.03 ±0.31 | 36.84 ±0.42 | 45.45 ±0.28 | 31.33 ±0.25 | 36.96 ±0.40 | 45.25 ±0.22 |
| Specific energy consumption (kWh/tones of removed water) | 178.94 ±2.8 | 178.85 ±3.2 | 240.25 ±2.1 | 95.14 ±3.5 | 167.67 ±4.1 | 250.96 ±3.3 |

结论: SED过程中的焦耳加热和对环境的散热是污泥饼温度变化的主要原因。该模型能够很好地预测SED过程中泥饼温度的分布和变化过程, 滤液模拟结果与实验现象吻合良好, 表明本研究开发的模型可以辅助污泥电解脱水器的参数优化和预测, 提高污泥脱水电解器的关键性能。

参考文献:

- Yu, W. B.; Yang, J. K.; Wu, X.; Gu, Y. Y.; Xiao, J.; Yu, J. G.; Shi, Y. F.; Wang, J. X.; Liang, S.; Liu, B. C.; Hou, H. J.; Hu, J. P. Study on dewaterability limit and energy consumption in sewage sludge electro-dewatering by in-situ linear sweep voltammetry analysis. *Chemical Engineering Journal*. 2017, 317, 980-987.
- Lv H, Wang F, Liu D, Zhang Y, Gu Y, Yuan D, et al. Effects of Piecewise Electric Field Operation on Sludge Dewatering: Phenomena and Mathematical Model. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 2018.