

ВЛИЯНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ОРЕБРЕНИЯ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЕМКОСТИ НА СКОРОСТЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ЕМКОСТИ UF₆

А.А. Орлов, Р.В. Малюгин, А.Ф. Цимбалюк, Говяшов И.А.

Научный руководитель: Орлов А.А., д.т.н., профессор

Томский Политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: malyugin@tpu.ru

На предприятиях по обогащению урана для перевода UF₆ из газообразного состояния в твердое используются гладкие емкости и емкости, имеющие на внутренней поверхности стенок горизонтальное или вертикальное ребрение. Процесс десублимации UF₆ является нестационарным, что в значительной степени проявляется на начальной стадии заполнения емкостей, в связи с тем, что скорость протекания процесса определяется, как подводом газообразного UF₆ к поверхности теплообмена, так и интенсивностью теплообмена газа с хладагентом. Ребрение используется с целью увеличения площади теплообменной поверхности, увеличения производительности емкостей и уменьшения времени их заполнения.

В работе рассматривается процесс заполнения емкости UF₆ на начальном этапе ее подключения в случае наличия одного горизонтального ребра и влияние размеров ребра на время гидродинамического установления (переход режима протекания процесса от нестационарного к квазистационарному). Считалось, что ребро располагается на половине высоты емкости ($y = h/2$, где y – вертикальная координата, h – высота емкости). На рис. 1а. представлена схема расчетной области, где r_r – радиус ребра; r , h – радиус и высота емкости соответственно. Расчет производился по математической модели [1] при $h=1$ м, $r=0.5$ м, для значений $r_r = 0.2 \div 0.8 \cdot r$, радиус сечения входного клапана (r_{in}) при этом был равен $0.3 \cdot r$ и $0.4 \cdot r$. Динамика изменения массы UF₆ в емкости представлена на рис. 1б, 1в.

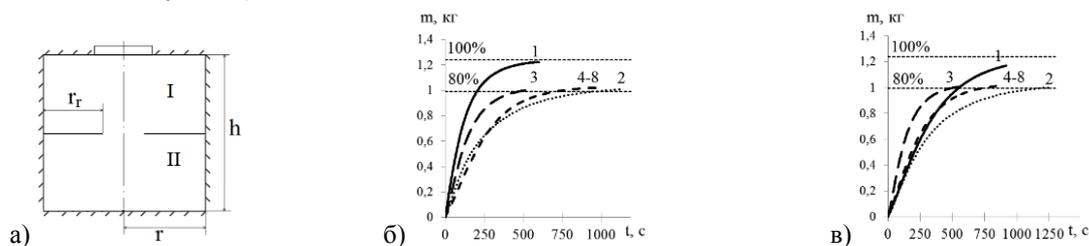


Рис. 1. а) схема расчетной области, б) динамика изменения массы UF₆ в емкости при $r_{in} = 0.4 \cdot r$,

в) динамика изменения массы UF₆ в емкости при $r_{in} = 0.3 \cdot r$

1 – без ребра, 2 – $r_r = 0.8 \cdot r$, 3 – $r_r = 0.7 \cdot r$, 4 – $r_r = 0.6 \cdot r$, 5 – $r_r = 0.5 \cdot r$,

6 – $r_r = 0.4 \cdot r$, 7 – $r_r = 0.3 \cdot r$, 8 – $r_r = 0.2 \cdot r$

Как видно из представленных графиков увеличение размера ребра значительно замедляет заполнение емкости. Это связано с тем, что диаметр отверстия, соединяющего объемы I, II емкости, недостаточен для их заполнения с одинаковой скоростью. Вследствие чего верхняя часть емкости (над ребром) заполняется UF₆ быстрее. В случае, когда диаметр отверстия, соединяющего объемы I, II емкости равен диаметра сечения клапана на входе емкости или больше его, заполнение всей емкости происходит с одинаковой скоростью. Это объясняется тем, что основной поток UF₆ беспрепятственно попадает в объем II, после чего наличие ребра препятствует распространению UF₆ вдоль стенки. Вследствие этого наблюдается увеличение времени заполнения емкости по сравнению со случаем, когда горизонтальное ребро отсутствует. В то же время при оптимальном подборе размера ребра можно добиться того, что время гидродинамического установления сократится за счет равномерного распределения потока UF₆ в объемы I, II емкости (в рассматриваемом случае при $r_r = 0.7 \cdot r$). В случае наличия горизонтального ребрения квазистационарный режим работы емкости устанавливается при ее заполнении на 80%, тогда как при отсутствии ребрения он устанавливается при заполнении емкости до 97,5%. Аналогичная ситуация наблюдается и при уменьшении радиуса входного клапана емкости (рис. 1в). В этом случае квазистационарный режим работы емкости устанавливается также при заполнении емкости до 80%. Проведенные расчеты показали, что с помощью математического моделирования можно определить оптимальный размер горизонтальных ребер для ребренных емкостей, тем самым повысив эффективность их работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А.А., Цимбалюк А.Ф., Малюгин Р.В. Математическая модель процесса десублимации UF₆ в вертикальной емкости // Известия ВУЗов. Физика. – 2015. – Т. 58. – №2/2. С. 14–20