

## ВЛИЯНИЕ ДИАМЕТРА ВХОДНОГО КЛАПАНА НА СКОРОСТЬ ЗАПОЛНЕНИЯ ЕМКОСТИ UF<sub>6</sub>

А.А. Орлов, Р.В. Малюгин, А.Ф. Цимбалюк, В.В. Сукотнова

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

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

E-mail: [malyugin@tpu.ru](mailto:malyugin@tpu.ru)

Процесс десублимации используется в различных отраслях народного хозяйства, в том числе в атомной промышленности. На выходе разделительного каскада получают два потока – обедненный (отвал) и обогащенный (отбор) по <sup>235</sup>U. Отвал сразу десублимируется в специальные емкости и уже в твердом виде отправляется на склад для длительного хранения. Отбор при наличии особых требований заказчика после десублимации подвергается гомогенизации путем перевода в жидкую фазу на установке перелива, затем конденсируется в емкости. При отсутствии указанных требований он сразу отправляется в твердом виде на предприятия для перевода UF<sub>6</sub> в UO<sub>2</sub> и изготовления из него ТВЭЛов. Для десублимации используются различные типы емкостей: гладкие и имеющие на внутренней поверхности стенок горизонтальное или вертикальное ребрение. В зависимости от назначения они отличаются объемом, геометрическими размерами или диаметром входного клапана. Процесс десублимации является нестационарным. Он включает подвод газообразного UF<sub>6</sub> к поверхности теплообмена и теплообмен газа с хладагентом, заключающийся в его охлаждении и отводе скрытой теплоты фазового перехода, которые определяют скорость десублимации.

В работе рассматривается упрощенная постановка задачи, рассматривающая натекание в емкость UF<sub>6</sub> на начальном этапе ее заполнения и исключая теплообмен газа с хладагентом. Оценивается время гидродинамического установления (переход режима протекания процесса от нестационарного к квазистационарному) при различных диаметрах входного клапана. На рис. 1а. представлена схема расчетной области, где  $r_{in}$  – радиус входного клапана;  $r$ ,  $h$  – радиус и высота емкости соответственно. Расчет производился по математической модели [1].

Расчет проводился для двух случаев при  $h=r=1$  м и  $h=1$  м,  $r=0.5$  м для значений  $r_{in}=0.2 \cdot r$ ,  $0.3 \cdot r$ ,  $0.4 \cdot r$ . Динамика изменения массы UF<sub>6</sub> в емкости представлена на рис. 1б, 1в.

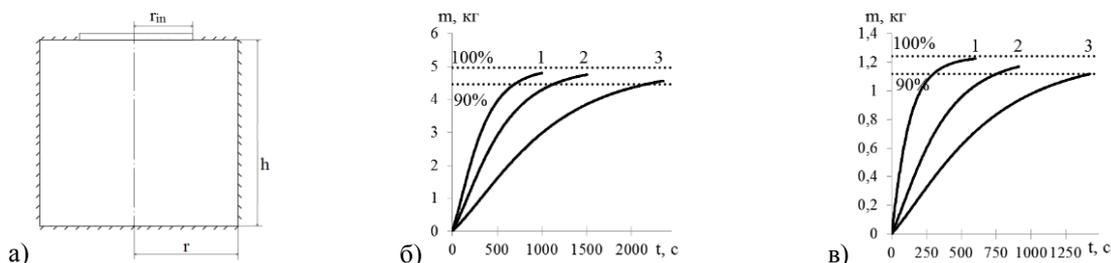


Рис. 1. а) схема расчетной области; б) динамика изменения массы UF<sub>6</sub> в емкости при  $h=r=1$  м, в) динамика изменения массы UF<sub>6</sub> в емкости при  $h=1$  м  $r=0.5$  м

$$1 - r_{in} = 0.4 \cdot r, 2 - r_{in} = 0.3 \cdot r, 3 - r_{in} = 0.2 \cdot r$$

Как видно из представленных графиков с уменьшением диаметра входного клапана скорость заполнения емкости UF<sub>6</sub> увеличивается. Расчеты показали, что за 500 с емкость заполняется на 32% при  $r_{in} = 0.2 \cdot r$ , на 58% при  $r_{in} = 0.3 \cdot r$  и на 79 % при  $r_{in} = 0.4 \cdot r$ . Заполнение емкости на 90% происходит за 2176, 1134 и 696 с соответственно. При изменении отношения радиуса к высоте емкости наблюдается аналогичная ситуация – с уменьшением диаметра входного клапана скорость заполнения емкости UF<sub>6</sub> возрастает. Расчеты показали, что за 500 с емкость заполняется на 50% при  $r_{in} = 0.2 \cdot r$ , на 77 % при  $r_{in} = 0.3 \cdot r$  и на 97% при  $r_{in} = 0.4 \cdot r$ . Заполнение емкости на 90 % происходит за 1425, 753 и 299 с соответственно.

Таким образом, можно сделать вывод, что с уменьшением диаметра входного клапана время гидродинамического установления возрастает. Это соответствует известным физическим представлениям и позволяет утверждать, что в случае использования клапанов малого диаметра возможна ситуация, когда скорость протекания процесса десублимации будет ограничиваться его пропускной способностью. От диаметра входного клапана зависит время заполнения емкости газом, что будет проявляться на начальном нестационарном этапе ее заполнения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Орлов А.А., Цимбалюк А.Ф., Малюгин Р.В. Математическая модель процесса десублимации UF<sub>6</sub> в вертикальной емкости // Известия ВУЗов. Физика. – 2015. – Т. 58. – №2/2. С. 14–20