

- lar and bipolar fluorine electrolyzers. // 2 Intern. Simpos. on Science and Technology "KORUS-98" Russian-Korean. – Tomsk, 29.08-5.09.1998.
16. Kurin N.P., Shashkin B.F., Belyaev V.M., Minin M.G., et al. Duisebaev B.O. Development of chemical and physical basis of high-intensity methods of fluorine electrochemical production. // The second Russian Korean international symposium on science and technology. – Tomsk, 1998.
17. Курин Н.П., Шашкин Б.Ф., Беляев В.М. Интенсификация и перспективы высокотемпературного способа получения элементного фтора. // Химическая технология и автоматизация предприятий ядерного топливного цикла: Сб. научных трудов. – Северск: 1999.

## INTENSIFICATION OF PRODUCTION OF FLUORINE

N.P. Kurin, B.F. Shashkin, V.M. Belyaev, M.G. Minin, A.B. Sviridov, S.N. Lozhkomev, B.O. Duisebaev, Y.F. Kobzar\*, Y.Y. Tomash\*, V.P. Stolbov\*

*Tomsk polytechnic university, \*The Siberian chemical combine*

In given work the review of experimental researches on an intensification of production of element fluorine by electrolysis of a melt  $KF \cdot nHF$  at the expense of usage of forced circulation of an electrolyte is shown. The brief history of work on problem, principal diagrams of the tested designs of electrolytic furnaces in laboratory and industrial conditions and influence of electrolysis' parameters on basic indexes is adduced. The carried out researches on analysis of physic-chemical properties of a melt  $KF \cdot nHF$ , missing in scientifically-technical literature, on analysis of the gear of electrode processes which are flowing past at an electrolysis of a system  $KF \cdot nHF$ , on corrosion of construction materials and ways of their protection in a melt  $KF \cdot nHF$  and other, bound with the given one problems are enumerated. The list of the activities published in open printing is adduced.

УДК 665.761:546.791:628.477

## ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКАЯ УТИЛИЗАЦИЯ УРАНСОДЕРЖАЩИХ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

А.Г. Каренгин, Д.В. Сергеев, Н.А. Варфоломеев

*Томский политехнический университет*

В данной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по использованию ультрадисперсных активаторов горения на основе переходных металлов для снижения содержания вредных веществ в отходящих газах технологических печей и утилизации отработанных масел ВМ-4 и И-50А. Даны рекомендации по проведению процесса утилизации отработанных масел.

В процессе работы технологического оборудования на ЗРИ СХК происходит накопление отработанных масел типа И-50А и ВМ-4. В настоящее время их утилизацию осуществляют путем сжигания в технологической печи. Подача отработанного масла в технологическую печь осуществляется через пневматическую форсунку внешнего смешения. Отходящие газы технологической печи в своем составе содержат сажу, соединения урана и фтора, окислы углерода и азота. Варьирование режимов сжигания не дает необходимого эффекта по снижению их содержания в отходящих газах.

Обычно, для снижения содержания вредных веществ (сажи,  $CO$ ,  $NO_x$  и др.) в отходящих газах технологических печей применяются каталитические фильтры на основе дорогостоящих платины, палладия и родия. Однако наличие в отходящих газах сажи и механических примесей приводит к забивке поверхности фильтров и выходу их из эксплуатации.

Здесь необходим, на наш взгляд, иной подход. Он состоит в том, что в топочное устройство непосредственно с топливом вводятся микроскопические количества ультрадисперсных каталитически активных порошков металлов или простых и сложных оксидов переходных и редкоземельных металлов (УДП), прошедших предварительную специальную обработку. Такие УДП благодаря малым размерам частиц (сотни Å), большой удельной поверхности ( $50\div 500 \text{ м}^2/\text{г}$ ) и особому фазовому состоянию обладают высокими каталитическими свойствами.

Введение в топливо каталитического активатора горения топлива (КАГТ) позволит с самого начала управлять процессом горения топлива, обеспечит более полное его сжигание и снизит содержание вредных веществ в отходящих газах.

В данной работе проведены исследования влияния КАГТ на содержание сажи и СО в отходящих газах технологической печи при сжигании отработанных масел. КАГТ представлял собой предварительно специальным образом обработанные ультрадисперсные каталитически активные порошки металлов (Cu, Fe) и простых и сложных оксидов металлов (Zr, Y, Al), массовое производство которых освоено на СХК.

На первом этапе исследований был проведен термодинамический анализ исследуемого процесса в широком диапазоне изменения исходных параметров:  $P=0,05\text{-}0,2 \text{ МПа}$ ,  $T=300\text{-}3000 \text{ К}$ , массовая доля воздуха в смеси 80-99 %, содержание урана и фтора в отработанном масле составляло соответственно 0,00087 и 0,009 % и в процессе расчетов не изменялось. Содержание КАГТ изменялось в пределах 1÷50 г на 10 л отработанного масла. Предварительно проведенные расчеты позволили определить минимальную массовую долю воздуха 95 %, необходимую для полного сжигания отработанного масла и отсутствия сажи в продуктах утилизации.

На рис. 1 приведены характерные равновесные составы конденсированных продуктов термической утилизации отработанного масла без КАГТ при  $P=0,1 \text{ МПа}$ , массовой доле воздуха в смеси воздух: отработанное масло = 99:1 %, содержании

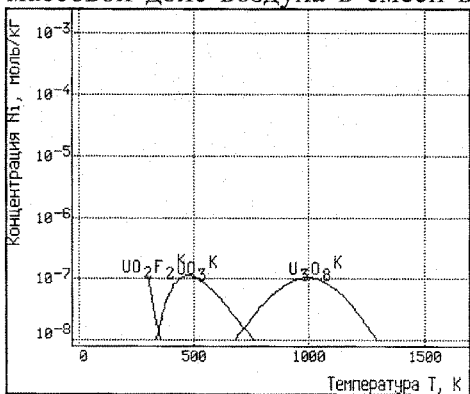


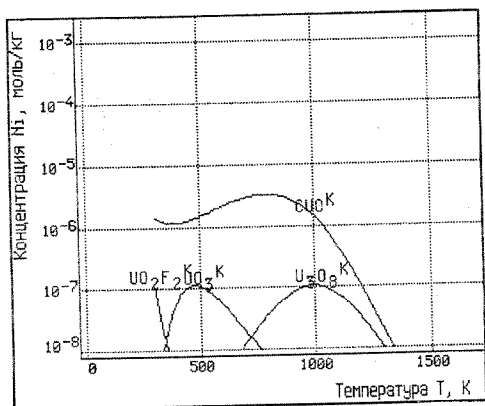
Рис. 1. Равновесный состав конденсированных продуктов термической утилизации отработанного масла без КАГТ.

урана и фтора в отработанном масле соответственно 0,00087 и 0,009 %. Из анализа графиков следует, что в интервале рабочих температур 900-1100 К основным конденсированным продуктом термической утилизации отработанных масел является  $\text{U}_3\text{O}_8(\text{к})$ .

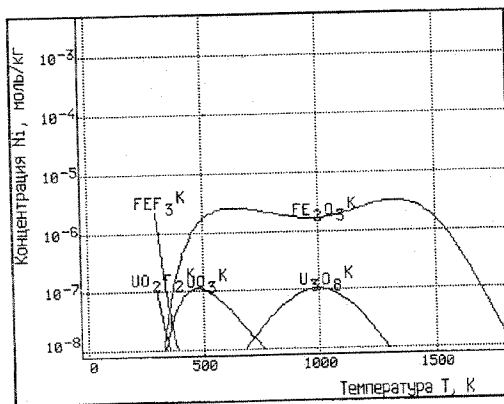
На рис. 2 приведены характерные равновесные составы конденсированных продуктов термокаталитической утилизации отработанного масла в присутствии КАГТ соответственно на основе УДП меди (а) и железа (б) с концентрацией 1 г/10 л при  $P=0,1 \text{ МПа}$ , массовой доле воздуха в смеси воздух: масло=99:1 %, содержании урана и фтора в масле соответственно 0,00087 и 0,009 %.

Из анализа графиков следует, что в интервале рабочих температур 900-1100 К основными конденсированными продуктами термокаталитической утилизации отработанных масел являются  $\text{U}_3\text{O}_8(\text{к})\text{-CuO}(\text{к})$  и  $\text{U}_3\text{O}_8(\text{к})\text{-Fe}_2\text{O}_3(\text{к})$ .

Результаты проведенного термодинамического анализа были учтены при выборе оптимальных режимов практической реализации процесса термокаталитической утилизации отработанных масел.



а)



б)

Рис. 2. Равновесный состав конденсированных продуктов термokatалитической утилизации отработанного масла в присутствии КАГТ Cu (а) и КАГТ Fe (б) с концентрацией 1г/10л

Для экспериментального определения влияния КАГТ на снижение содержания сажи и СО в отходящих газах технологической печи сжигание каждой партии отработанного масла осуществлялось следующим образом. Вначале производилось сжигание отработанного масла без КАГТ с определением содержания сажи и СО в отходящих газах. Затем, не прекращая опыта, в оставшуюся часть этой партии масла добавляли КАГТ в необходимом количестве и производили его дожигание при тех же режимах работы технологической печи с определением содержания сажи и СО в отходящих газах.

В опытах соотношение воздух: отработанное масло поддерживалось постоянным на уровне 80 м<sup>3</sup>/л. Содержание КАГТ в отработанном масле варьировалось в пределах 0,01±0,1 % мас.

На рис. 3 показано влияние КАГТ (УДП меди) на снижение содержания сажи в отходящих газах печи при концентрации КАГТ 0,01 % мас. Сжигание отработанного масла с КАГТ производилось после 95 мин. сжигания отработанного масла без КАГТ.

На рис. 4 показано влияние КАГТ (УДП меди) на снижение содержания сажи в отходящих газах печи при концентрации КАГТ 0,1 %. Сжигание отработанного масла с КАГТ производилось после 170 мин. сжигания отработанного масла без КАГТ.

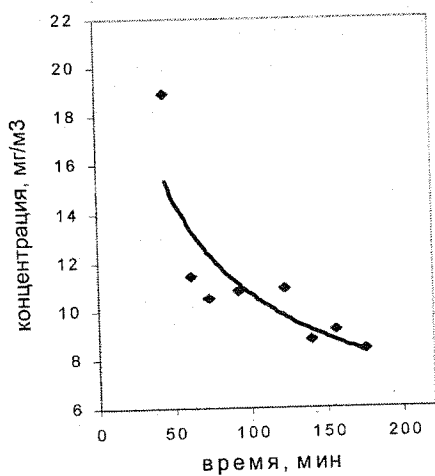


Рис. 3. Снижение содержания сажи при концентрации КАГТ 0,01% мас.

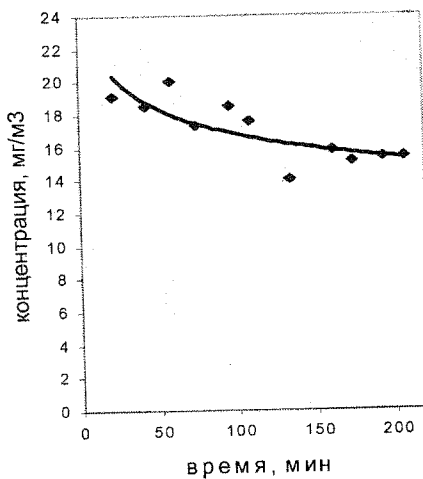


Рис. 4. Снижение содержания сажи при концентрации КАГТ 0,1% мас.

Анализ полученных результатов по снижению содержания сажи и СО в отходящих газах при сжигании отработанного масла в технологической печи показал,

что использование КАГТ приводит к снижению их содержания в отходящих газах по сравнению со сжиганием отработанного масла без КАГТ во всем диапазоне изменения концентрации КАГТ в отработанном масле. При этом наблюдается тенденция по снижению эффективности дожигания сажи и СО в отходящих газах технологической печи при повышении концентрации КАГТ в отработанном масле. Для максимального снижения содержания сажи и СО в отходящих газах необходим жесткий контроль за расходом воздуха и отработанного масла, подаваемых в технологическую печь, для поддержания оптимального массового соотношения воздух – отработанное масло.

На основании проведенных исследований по термokatалитической утилизации отработанных масел определены оптимальные режимы его практической реализации:

- давление атмосферное;
- массовая доля воздуха в смеси воздух: отработанное масло не менее 95 %, что обеспечивает полное дожигание сажи;
- рабочая температура процесса утилизации  $900 \div 1100$  К, что обеспечивает получение урана в виде  $U_3O_8(k)$ ;
- использование каталитических активаторов сжигания масла на основе УДП железа и меди, образующих при  $T=900 \div 1100$  К соединения  $Fe_2O_3(k)$  и  $CuO(k)$ , которые обеспечивают каталитическое обезвреживание сажи и СО в реальном процессе термokatалитической утилизации отработанных масел.

Таким образом, показана принципиальная возможность использования КАГТ для эффективной термokatалитической утилизации отработанных масел типа ВМ-4 и И-50А в технологических печах.

#### Литература

1. Патент Российской Федерации № 2017524 / А.Г. Каренгин, Т.А. Губайдулина, Т.Ф. Андреева, Б.П. Савин. Способ получения катализаторов для очистки отходящих газов технологических процессов и выхлопных газов автотранспорта. БИ № 15 от 15.08.94.
2. Каренгин А.Г., Губайдулина Т.А., Меркулов А.В., Арефьева В.А. Каталитические активаторы горения топлива для снижения вредных веществ в промвыбросах топочных устройств, котельных установок и технологических // Материалы Междунар. конф. «Всесибирские чтения по математике и механике». 17-20.06.97. – Томск:1997. С.66-67.
3. Сергеев Д.В., Меркулов А.В., Губайдулина Т.А., Каренгин А.Г. Ультрадисперсные активаторы горения топлива для очистки отходящих газов котельных и печей // Тезисы докл. научно-техн. конф. «Технология и автоматизация атомной энергетики». – Северск: 1999. С.68.

УДК 546.791:66.081.5

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПЕРЕДЕЛОВ ДЕСОРБЦИИ УРАНА

В.Н. Кудланов

ЗАО «КазСабтон»

Необходимость быстрого увеличения выпуска урана предопределило стремительное развитие технологий его извлечение из различных видов сырья. В последнее время при извлечении урана из бедных руд, которые в основном имеются в Казахстане, получила распространение технология подземного выщелачивания. Уран в этом случае извлекается из недр на поверхность в виде растворов. Эта технология является наиболее рентабельной с точки зрения использования площадей и оборудования для извлечения урана. Она позволила уменьшить капитальные затраты на ор-