

УДК 66.01.002.2.661.51

# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖИДКОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ. РАСПЛАВ ХЛОРИДА НАТРИЯ

В. Ю. Тарасов

Кандидат технических наук

Кафедра общей и физической химии

Технологический институт Восточноукраинского  
национального университета им. В. Даля (г. Северодонецк)

пр. Советский, 59-а, г. Северодонецк,

Луганская обл., Украина, 93400

Контактный тел.: 050-904-55-49

E-mail: vatarasov@rambler.ru

*Проаналізовано фізико-хімічні властивості розплаву хлориду натрію в умовах піролізу природного газу і конверсії вугілля. Показано індиферентність розплаву хлориду натрію в умовах процесів окиснення і піролізу. При паровій конверсії вугілля встановлено взаємодію NaCl з водою*

*Ключові слова: піроліз, рідкий високотемпературний теплоносій, водень*

*Проведен анализ физико-химических свойств расплава хлорида натрия в условиях пиролиза природного газа и конверсии угля. Показана индифферентность расплава хлорида натрия в условиях процессов окисления и пиролиза. Установлено взаимодействие NaCl с водой при паровой конверсии угля*

*Ключевые слова: пиролиз, жидкий высокотемпературный теплоноситель, водород*

## 1. Введение

В качестве высокотемпературной среды при моделировании химических процессов, протекающих в жидком высокотемпературном теплоносителе, большинство исследователей [1, 2] рекомендуют хлорид натрия, который характеризуется индифферентностью к реагентам, используемым и образующимся в результате реакций.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Особенностью реакций, протекающих в жидком высокотемпературном теплоносителе, является высокая энергонапряженность реакционного объема с постоянно обновляющейся рабочей поверхностью контакта и химическая стабильность теплоносителя. В высокотемпературных средах рекомендуется проводить следующие процессы: окисление кислородом воздуха, пиролиз, конверсию органических и других углеродсодержащих соединений (твердых горючих ископаемых) [1, 2]. Согласно термодинамических расчетов, расплав хлорида натрия стабилен в диапазоне от 1070 до 1760 К. В работе [3] упоминается о его химическом взаимодействии с исходными соединениями и продуктами паро-воздушной газификации соленого угля в псевдоожигенном слое. Авторы объясняют это катализом хлоридами щелочных и щелочноземельных металлов, содержащихся в зольности соленого угля, доля которых в составе не превышает 1,8 %.

## 3. Цель и задачи исследования

Целью данной работы является изучение взаимодействия теплоносителя с сырьем и продуктами реакции химических процессов.

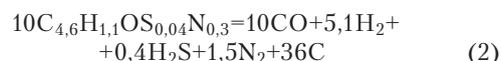
## 4. Экспериментальные данные и их обработка

В расплаве хлорида натрия проведены следующие процессы:

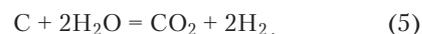
пиролиз природного газа [4]:



пиролиз каменного угля [5]:



окисление углерода кислородом воздуха [6], водяным паром [7] или оксидом углерода (IV):



Термодинамический анализ показывает, что в изученном интервале температур стабильности расплава

хлорида натрия константы равновесия реакций (1-6) значительно выше единицы. Поэтому расплав хлорида натрия может взаимодействовать с восстановителями -  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$  и окислителями -  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Однако проведенные в [5] расчеты показали, что теплоноситель может вступить во взаимодействие лишь с водой.

При температурах расплава 1110 ÷ 1360К проведены опыты пиролиза природного газа [8]. Экспериментально показано, что при расчетном времени контакта 0,3 с при температуре 1360К образуется водород, который можно использовать в качестве гидрирующего агента. Отмечено увеличение содержания водорода в продуктах реакции и его стабилизация на уровне 40% об. с изменением концентрации углерода в ЖВТ до 15–18 мг/г<sub>ЖВТ</sub>. При концентрации углерода более 80 мг/г<sub>ЖВТ</sub> наблюдается интенсивный унос углерода из реакционной зоны. Величина 80 мг/г<sub>ЖВТ</sub> характеризует сорбционную емкость расплава хлорида натрия. Углерод процесса характеризуется размером частиц 0,03; 14; 30 и 54 мкм, при этом основная доля (~90%) приходится на 30 нм, проявляет с диоксидом титана фотокаталитическую активность (константа скорости деструкции красителя родамина Б увеличилась на 30 %).

Взаимодействие метана и продуктов реакции ( $\text{H}_2$  и  $\text{C}$ ) с хлоридом натрия, хлор- и натрий содержащимися соединениями не зафиксированы. Аналогичные результаты получены в реакционной системе с избытком водорода [9] и углерода [10].

При использовании кислорода или  $\text{CO}_2$  и создание окислительной среды, наблюдается их разогрев до температуры теплоносителя. Введение дополнительно в реакционную зону углерода (сажа или кокс) – моделирование зоны нагрева теплоносителя [7] показало отсутствие блокировки хлоридом натрия доступа газообразных реагентов к поверхности углерода (рис. 1) и его взаимодействия с хлоридом натрия.

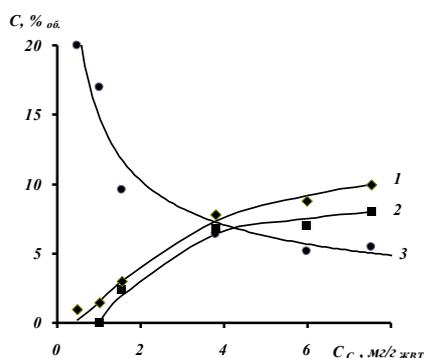
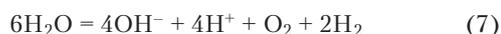


Рис. 1. Зависимость окисления углерода кислородом воздуха в расплаве хлорида натрия при 1250К и расходе воздуха 10 л/ч: 1 –  $\text{CO}_2$ ; 2 –  $\text{CO}$ ; 3 –  $\text{O}_2$

Исследования процесса паровой газификации угля в расплаве хлорида натрия [7] при температуре от 1110 до 1350К показали, что при содержании углерода в расплаве ( $C_C$ ) менее 20 мг/г<sub>ЖВТ</sub> преобладает процесс деструкции воды (6) над паровой конверсией угля (4, 5).



Экспериментально зафиксированное взаимодействие хлорида натрия с водой подтвердило термодинамические расчеты и результаты, полученные в Институте физико-органической химии и углехимии им. В.И. Литвиненко НАН Украины при паровоздушной конверсии соленого угля [4].

## 5. Выводы

Установлено взаимодействие  $\text{NaCl}$  с водой при повышенной температуре; существующие представления о химической устойчивости расплава  $\text{NaCl}$  при проведении процессов конверсии в присутствии водяного пара не соответствуют действительности. Опыты показали, что расплав хлорида натрия является наиболее эффективным жидким высокотемпературным теплоносителем. Контроль содержания в реакционной системе воды позволит организовывать процессы в расплаве хлорида натрия по переработке индивидуальных или смеси углеводородов (в т.ч. твердых бытовых отходов).

## Литература

- Cheremisinoff Nicholas P. Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies / Nicholas P. Cheremisinoff – Butterworth-Heinemann, 2003. – 477 p.
- Миреев В. А. Неорганические солевые расплавы в технологии синтеза органических веществ [Электрон. ресурс] / В. А. Миреев, В. В. Сафонов // Расплавы. – Режим доступа: <http://www.chemmarket.info> 2002.
- Шендрик Т. Г. Соленые угли / Т. Г. Шендрик, В. И. Саранчук. – Донецк: Східний видавничий дім, 2003. – 296 с.
- Нова енергозберігаюча технологія виробництва водню / М.А.Глікин, В.Ю.Тарасов, І.М.Глікіна [та ін.] // Вісник Нац. у-ту „Львівська політехніка”. Сер. хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2006. – № 553. – с. 144 – 149.
- Газификация соленых углей. Термодинамический анализ / М. А. Гликин, Е. И. Зубцов, И. М. Гликина [и др.] // Хімічна промисловість України. – 2008. – № 1. – С. 12–22.
- Окисление углерода кислородом воздуха в жидком высокотемпературном теплоносителе / В. Ю. Тарасов, М. А. Гликин, Е. И. Зубцов [и др.] // Вісник СХУ ім. В. Даля. – 2007. – Ч. 2, № 5. – С. 149–152.
- Газификация соленых углей в расплаве. Кинетика и технология / М. А. Гликин, Е. И. Зубцов, И. М. Гликина, В. Ю. Тарасов // Хімічна промисловість України. – 2008. – № 3. – С. 24–32.
- Пиролиз природного газа в солевом расплаве. Исследование физико-химических свойств углерода. / В. Ю. Тарасов, И. М. Гликина, Е. И. Зубцов [и др.] // Вісник СХУ ім. В. Даля. – 2009. – Ч. 2, № 12 (142). – С. 124–130.

9. Неорганические солевые расплавы в органическом синтезе. Химические превращения в присутствии углерода / Е. И. Зубцов, И. М. Гликина [та ін.] // Хімічна промисловість України. – 2009. – № 6. – с. 22-25.
10. Гликин М.А. Получение водорода из нефтезаводских газов в жидком высокотемпературном теплоносителе / М.А. Гликин, В.Ю.Тарасов, И.М. Гликина // Вісн. Східноукр. Нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2008. – № 12(130) ч1. – с. 74 – 79.

### Abstract

*The high power intensity of the reactionary volume with constantly updating work surface of the contact and the chemical stability of the heat carrier make it possible to organize such processes as air oxidation, pyrolysis, conversion of organic and other carbon-containing compounds (solid fuels). The thermodynamic analysis shows that in the studied range of temperatures from 1070 to 1760 K with CH<sub>4</sub>, C, H<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> or CO<sub>2</sub> molten sodium chloride is stable. At a temperature of 1110 ÷ 1360K and contact time 0.3 s the dehydration of natural gas was held. It was shown that hydrogen and carbon were generated with a particle size of 0,03; 14; 30 and 54 micrometers, and the bulk (~ 90%) is 30 nm. The interaction of methane and the reaction products (H<sub>2</sub> and C) with sodium chloride and sodium chloride containing compounds were not fixed. Similar results were obtained in the reactionary system with an excess of hydrogen and carbon. In the process of steam coal gasification in molten sodium chloride the destruction of water and the interaction of products with sodium chloride were not recorded. The observed interaction requires an adjustment of physical and chemical characteristics of the liquid high-temperature heat carrier*

**Keywords:** *pyrolysis, liquid high-temperature heat carrier, hydrogen*

**Приведено спосіб отримання гідроксохлоридів алюмінію із гідроксоалюмінату натрію з солями кальцію та магнію на першій стадії та наступним розчиненням отриманих гідроксоалюмінатів у соляній кислоті. Вивчено ефективність освітлення природної води даними коагулянтами**

**Ключові слова:** *коагулянт, освітлення води, гідроксохлориди алюмінію*

**Приведены способы получения гидроксохлоридов алюминия из гидроксоалюмината натрия с солями кальция и магния на первой стадии и последующим растворением полученных гидроксоалюминатов в соляной кислоте. Изучена эффективность осветления природной воды данными коагулянтами**

**Ключевые слова:** *коагулянт, осветление воды, гидроксохлориды алюминия*

УДК 628.10(088.8)

## РОЗРОБКА ДОСТУПНИХ КОАГУЛЯНТІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ОСВІТЛЕННЯ ПРИРОДНИХ ВОД

**Т.О. Шаблій**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра екології та технології рослинних полімерів  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»  
Пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
Контактний тел. (044) 236-60-83  
E-mail: tania1@voliacable.com

### 1. Вступ

Сьогодні в Україні гостро стоїть проблема якості підготовки води для промислового і господарського споживання, низької ефективності роботи водочисних споруд, проблема погіршення стану води в природних водоймах. Значною мірою це обумовлено дефіцитом або відсутністю доступних якісних, високо-ефективних реагентів – коагулянтів та флокулянтів.

Як відомо на Україні основним коагулянтом є сульфат алюмінію, який використовують на всіх станціях підготовки питної води, а також на промислових підприємствах. Інші коагулянти використовують не-

великими партіями час від часу. Не зважаючи на те, що сульфат алюмінію є самим доступним та дешевим коагулянтом на Україні, він за ефективністю суттєво поступається гідроксохлоридам алюмінію, призводить до внесення в воду значної кількості сульфат-аніонів [1].

Якщо враховувати те, що головним джерелом водопостачання на Україні є Дніпро, вода в якому періодично має високі значення кольоровості та каламутності, а вітчизняні коагулянти, навіть за високих доз, не дозволяють забезпечити належного її освітлення та знебарвлення, то можна сказати, що розробка ефективних доступних коагулянтів є важливою задачею.