

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УВЧ-ЭНЕРГИИ

## ДЛЯ ДЕЭМУЛЬГАЦИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.Королев, А.Галдецкий, П.Бойко

На сегодняшний день в России свыше 80% нефтяных скважин сильно обводнены и их число с каждым годом растет вследствие закачки воды в нефтесодержащий пласт для повышения выхода нефти [1]. В результате значительная доля добываемой нефти поступает в виде водной эмульсии. Разделение эмульсий производится в специальных системах нефтеподготовки, где в основном применяются три технологии [2]:

- отстаивание эмульсий в специальных емкостях. Это первая ступень разделения (а часто и единственная). Процесс отличается простотой, надежностью, однако медленный, требует применения диссолвантов, строительства больших емкостей, больших производственных площадей (что невозможно на морских платформах), а нередко и подогрева эмульсии;
- центробежное разделение. Процесс достаточно быстрый, но обеспечивает невысокую степень разделения мелкодисперсных эмульсий. Хотя и не требует больших производственных площадей, однако использует дорогие установки;
- электростатическая дегидратация. Используется только на уже хорошо разделенной эмульсии с содержанием воды до 1–1,5%, например на нефтеперерабатывающих заводах. Обеспечивает высокую степень разделения, высокоэкономичен, однако все же предполагает применение диссолвантов.

Эти технологии требуют больших капиталовложений в строительство гигантских отстойников, сепараторов, электростатических дегидраторов, в закупку диссолвантов и т.п. Кроме того, они вызывают значительное загрязнение окружающей среды, а более 5% эмульсии все равно остается неразделенной, что снижает дебит скважин.

Нередко эмульсия сбрасывается в специальные ямы, число которых в России и в мире растет с каждым годом, представляя серьезную экологическую угрозу. Более 25 тыс. скважин в России ос-

таются законсервированными, в том числе и потому, что существующие технологии разделения эмульсии нерентабельны.

Таким образом, актуальность оперативного разделения воды и нефти для нефтеперерабатывающей промышленности очевидна. Быстрое обезвоживание эмульсии необходимо для МЧС и нефтедобывающих организаций при ликвидации разливов нефти в морских акваториях и внутренних водоемах, а также для морских судов, авиационной и военной техники.

### УВЧ-ТЕХНОЛОГИЯ

Разработанная американской фирмой Imperial Petroleum Recovery технология быстрой деэмульсации нефти на основе воздействия УВЧ-энергией позволяет разделять эмульсии, не поддающиеся другим технологиям. Она многократно ускоряет процесс разделения, не требует применения химических реактивов, строительства отстойников и безопасна для окружающей среды [3]. Технологический процесс включает предварительное УВЧ-облучение отходов сырой нефти и последующее центрифугирование обработанной смеси. Портативную УВЧ-установку можно доставлять на трейлере непосредственно к местам добычи или хранения нефтепродуктов. Испытания по разделению водонасыщенной смеси, считающейся нерасщепляемой, показали, что УВЧ-установка способна пропустить около 300 л эмульсии в минуту, разделяя ее на жидкую нефть, воду с малым содержанием твердых веществ и пастообразные твердые компоненты. Эффективность извлечения нефти составляет 98%.

Для федерального государственного унитарного предприятия «ГНПП Исток» было естественным развитие независимых работ по применению УВЧ-энергии для разделения водно-нефтяных эмульсий, поскольку оно производит широкую номенклатуру мощных магнетронов промышленного применения (сушка, нагрев и т.п.). Исследования проводились на стойкой 50%-ной эмульсии (выдержанной несколько месяцев) с использованием разрешенных МЭК частот – 2450, 915 и 460 МГц. Были созданы два типа установок: лабораторный – с обработкой эмульсии в пробирках и опытный образец полупромышленной установки с непрерывным потоком эмульсии и компактным отстойником.

Лабораторные эксперименты показали, что эффект воздействия УВЧ-энергии в присутствии деэмульгатора существует и является нетепловым (хотя начальная температура смеси заметно влияет на скорость разделения эмульсии). Воздействие УВЧ-колебаний приводит к незначительному (менее 10°C) дополнительному нагреву. Процесс разделения эмульсии с добавками деэмульгаторов после обработки смеси УВЧ-излучением значительно ускорен – до нескольких минут (рис.1). При этом показано преимущество использования частот 915 и 460 МГц.

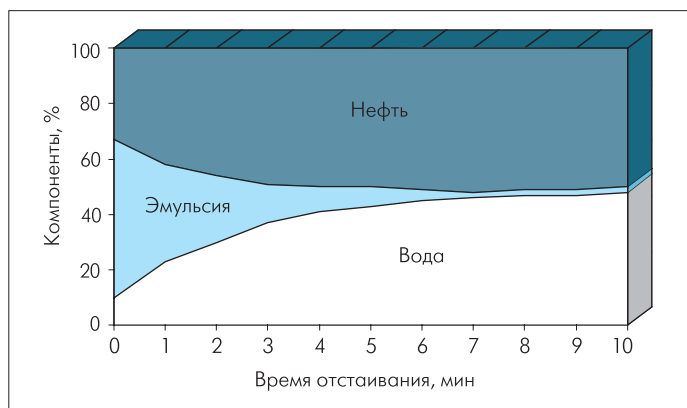
Время отстаивания смеси при обычном (без УВЧ) нагреве до 60°C с добавлением деэмульгатора составляет около 50 мин. Таким образом, ускорение процесса отстаивания после воздействия УВЧ-энергией достигает десятков раз, причем при заметно большей

### Представляем авторов инвестиционного проекта

**КОРОЛЕВ Александр Николаевич.** Кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Лауреат Государственной премии России. Окончил Львовский политехнический институт. Генеральный директор ФГУП «ГНПП Исток». Специальность – радиоэлектроника.

**ГАЛДЕЦКИЙ Анатолий Васильевич.** Кандидат физико-математических наук. Окончил Московский физико-технический институт. Начальник отделения ФГУП «ГНПП Исток». Специальность – инженер-физик. Контактный тел. 465-8520.

**БОЙКО Павел Иванович.** Окончил МВТУ им. Баумана. Начальник научно-производственного комплекса ФГУП «ГНПП Исток». Специальность – оборудование для вакуумной технологии.



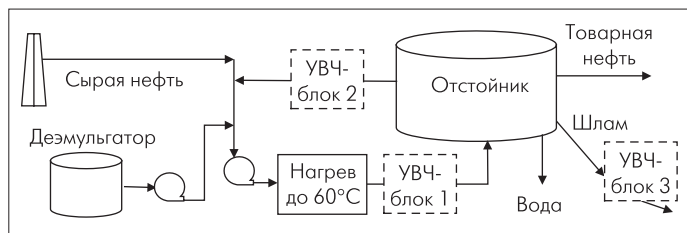
**Рис. 1. Отстаивание 50%-ной смеси после УВЧ-обработки**

степени разделения. Без деэмульгатора разделения стойкой эмульсии пока добиться не удалось. Полученные результаты позволяют говорить о разработке отечественной УВЧ-технологии деэмульсации нефтепродуктов и о перспективном инвестиционном проекте, направленном на модернизацию существующего промышленного технологического цикла разделения нефтяной эмульсии и на создание технологической УВЧ-установки. Технологическая цепочка приведена на рис.2, где пунктиром указаны различные варианты установки УВЧ-модуля: УВЧ-блок 1 – в общем потоке эмульсии, УВЧ-блок 2 – в потоке эмульсии, не разделенной обычной технологией, и УВЧ-блок 3 – для обработки шлама.

Все условия для создания полупромышленных УВЧ-установок с использованием деэмульгаторов (и последующей разработкой компактных необслуживаемых промышленных установок) уже имеются, однако нерешенным остается вопрос с финансированием такой разработки. В эту же проблему упирается и дальнейшее продолжение работ, направленных на понижение расхода деэмульгаторов.

Используя зарубежные данные [3, 4] и результаты наших экспериментов, можно ориентировочно оценить затраты на данную технологию. Мощность компактной промышленной установки [3] составляет около 50 кВт. С учетом расходов на электроэнергию, амортизацию генераторов, блока питания и т.д. стоимость эксплуатации УВЧ-установки такой мощности равна 5,5 долл./ч [4]. По нашим оценкам, и для отечественных установок этот параметр сейчас не превышает 10 долл./ч. Учитывая, что производительность зарубежной УВЧ-установки по переработке водно-нефтяной эмульсии достигает 17 т/ч, можно грубо оценить стоимость переработки тонны эмульсии в 1,0 долл./т (с учетом закупочной стоимости оборудования и его амортизации, а также оплаты труда обслуживающего персонала).

Требуемые инвестиции на создание пилотной промышленной УВЧ-установки производительностью 12 т/сутки (мощность УВЧ-излучения 5 кВт, потребляемая мощность 10 кВт) составляют, по нашим оценкам, около 150 тыс. долларов США. Срок окупаемости установки – около 1,5 лет.



**Рис. 2. Схема технологического процесса деэмульсации в системе нефтеподготовки**

В заключение следует отметить:

- огромное количество нефти, уже добытой и поднятой на поверхность (отходов), пока не может быть использовано из-за сложностей по разделению эмульсии. Рассматриваемая технология фактически позволяет получить дополнительно десятки тысяч тонн уже добытой нефти по цене порядка 1,0 долл./т (на месте добычи);
- новая технология позволяет расконсервировать большое число скважин (в месторождениях с трудно разделяемой нефтью) и добывать эту нефть с очень небольшими дополнительными расходами;
- предлагаемая технология позволяет экономить деньги благодаря значительному сокращению производственного цикла, капиталовложений, производственных площадей, занимаемых отстойниками, и отсутствию экологических мероприятий, а также существенно улучшить экологическую обстановку в добывающих районах;
- в будущем возможен экспорт данной технологии в другие нефтедобывающие страны;
- наконец, согласно постановлению Правительства РФ, нефть, добываемая по новым технологиям, освобождается от квотирования при экспорте.

На следующем этапе работ «ГНПП Исток» планирует создать полупромышленные установки разделения водно-нефтяных эмульсий и провести их пробную эксплуатацию на различных конкретных видах нефти. Этот этап позволит уточнить режимы обработки, экономическую эффективность предлагаемой технологии, а также определить наиболее перспективные сферы ее применения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пресс-релиз о пресс-конференции на 8-й Международной выставке оборудования для нефтяной и газовой промышленности «Нефтегаз-2000». – Экспоцентр, Москва, 2000 г.
2. Левченко Д.Н., Бергштейн Н.В., Худякова А.Д., Николаева Н.М. Эмульсии нефти с водой и методы их разрушения. – М.: Химия, 1967.
3. Chemical Engineering News, 1997, v. 75, № 6, p.26–30.
4. СВЧ-энергетика. Т. 2. Применение энергии сверхвысоких частот в промышленности. – М.: Мир, 1971, с.95.

#### «Чистый» процесс обработки полупроводниковых пластин

В национальной лаборатории Лос-Алмоса разработана новая технология, которая позволит исключить применение опасных веществ, вызывающих коррозию и загрязнение водных стоков при производстве интегральных схем. Согласно оценкам, предприятие по производству ИС ежедневно «извергает» в среднем 18 млн. л загрязненной воды и использует несколько тысяч литров коррозионных материалов, таких как хлорная или серная кислота. В предложенной технологии, получившей шифр SCORR, основное внимание уделено проблеме удаления фоторезиста. Разработан метод его удаления с использованием двуоксида углерода в условиях высокой температуры и давления, что и позволило устранить опасные растворители и огромное количество потребляемой сверхчистой воды. Метод работает по замкнутому циклу, благодаря чему двуоксид углерода можно использовать повторно.

Semi Industry News, 2001, Feb. 12.