



**Основные проблемы промышленной  
переработки углеводородных остатков.  
Технологические решения.**

**Опыт структурирования экологических  
проектов с целью привлечения венчурного  
финансирования.**

**Подготовлен: Мартинен Н.Е., ООО «БиСиАй»**

ЦВК «Экспоцентр» Нефтегаз. Инновации-2015

11 — 12 марта 2015

Москва



## Существующие проблемы:

- Отсутствие коммерческих решений, имеющих своей целью соблюдение экологической безопасности при переработке углеводородосодержащих отходов (отработанные технические масла, отходы газоперерабатывающих заводов, кубовые остатки НПЗ, нефтешламы, застарелые и обводненные мазуты).
- Внедрение и коммерциализация технологий переработки углеводородосодержащих отходов и нефтешламов экологически безопасным способом в структуру существующих НПЗ и производителей отходов.
- Привлечение венчурного финансирования в проекты экологической направленности, связанных с переработкой нефтешламов по причине низкой масштабируемости в самостоятельные промышленные объекты.





## Существующие проблемы:

По своим физико-химическим свойствам нефтешлам является чрезвычайно "необычным" (как пластилин, паста или солидол) и малотехнологичным материалом.

Широкий разброс показателей качества и количества, на результаты анализа большое влияние оказывает методика сбора нефтешламов.

Основное происхождение нефтешламов: отстойники, мазутные ямы, кислотные пруды, льяльные воды различного происхождения (танкерные и резервуарные нефтешламы, смывы ППС).

Необходимость отстройки новых технологических режимов в зависимости от происхождения перерабатываемого нефтешламового сырья, что затрудняет промышленное масштабирование существующих мини-производств.





## О нефтешламах:

Для нефтешламов характерно трехфазное состояние — две несмешивающиеся жидкости (вода и углеводороды) и твердая фаза в виде механических примесей.

Определенную проблему составляет наличие ПАВ, азеотропов, взаиморастворимых систем, химических связей.

Методы разделения нефтешламов:

Разбавление водой, растворение углеводородом, температурное воздействие, механическое воздействие, физико-химическое воздействие, универсальные методы (например, метод разбавления-растворения).

При использовании нефтешламов в качестве сырья необходимым звеном переработки является выделение нефтеконцентрата с целью дальнейшего его фракционирования с выделением широкой дистиллятной фракции, тяжелой газойлевой и остаточной фракций.





## Использование в переработке нефтешламов технологий переработки вязких и тяжелых нефтей :

- Технология ИТМК (инициированного термомеханического крекинга), авторы и патентообладатели к.т.н.Золотухин В.А., к.т.н. Виноградов М.А.
- Технология бесконтактного гидрокрекинга для глубокой переработки углеводородных ресурсов, автор и патентообладатель к.т.н.Золотухин В.А.
- **Определение НШПП (НефтешламоПерерабатывающее Предприятие)** — предприятие для безотходной переработки нефтешламов (резервуарных нефтешламов, отработанных масел) с целью получения готового товарного продукта (например, малосернистых судовых топлив класса DM, стабильной гидроочищенной нефти и элементной серы).



## Результаты тестирования пилотной установки, использующей технологию ИТМК



- Исследования и принципиальная конструкторская проработка оборудования для осуществления процесса ИТМК проведены в 2003-2008гг. на пилотной установке производительностью до 200 кг/ч (1500 тонн в год) по кубовым остаткам НПЗ, отработанным маслам, тяжелой Ульяновской и Нурлатской (Татарстан) нефти, отходам газоперерабатывающих заводов.
- Исследования состава продуктов обработки и разделения различных нефтяных остатков и тяжелой нефти, полученных на стендовых установках, проведены во ВНИИГАЗ, г. Москва, ОАО «Газпром», в ИПНХП, г. Уфа, во ВНИИУС и КХТИ, г. Казань, и показали высокую эффективность процесса ИТМК.



## Краткое описание: технология ИТМК

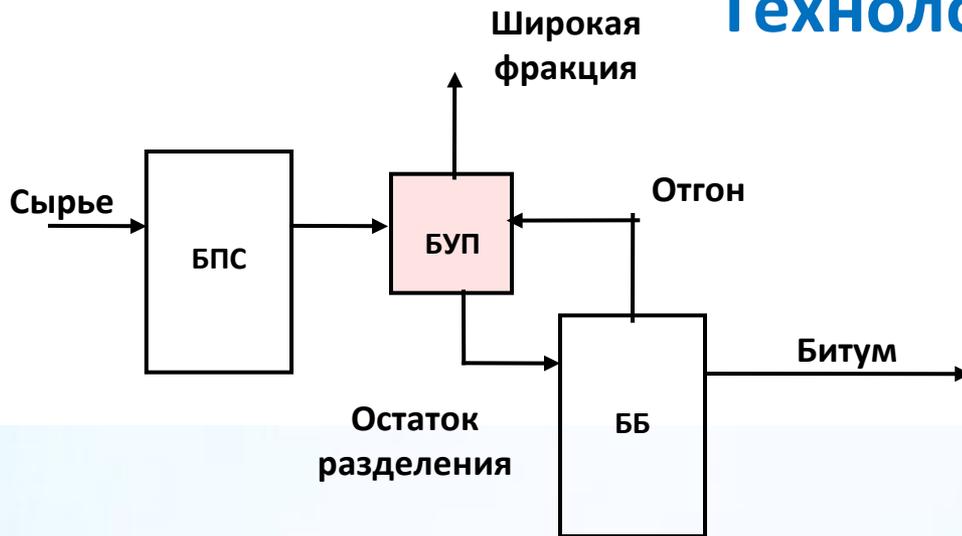
- Метод является результатом многолетней авторской работы коллектива ученых РАН в составе к.т.н. Золотухина В.А. , к.т.н. Виноградова М.К.
- В предлагаемой технологии катализаторы и реагенты не используются, поэтому стоимость процесса и оборудования значительно (более, чем в 10 раз) меньше, чем при использовании известных углубляющих процессов, например, каталитического, при сопоставимых результатах.
- Технология ИТМК основывается на совместном термомеханическом воздействии на сырье с применением законов гидродинамики и теплообмена для организации инициированного крекинга в условиях кавитации и ультразвукового воздействия. В аппаратном решении ИТМК нет движущихся частей, что существенно увеличивает ресурс использования оборудования.

Все оборудование, необходимое для внедрения предлагаемой технологии, может изготавливаться на предприятиях нефтехимического машиностроения России, а также в странах ЕС при контроле разработчиков технологии.

Конечным продуктом переработки являются битумы (дорожный, строительный) 23%, ШФД — 75%, газовая смесь с содержанием пропан-бутановой фракции — до 2%

- Работоспособность технологии подтверждена ведущими научно-исследовательскими институтами России в области нефтепереработки, такими как Институт проблем переработки нефти и газа РАН г.Москва; ГУП «ВНИИУС» г. Казань; ПНХП АН РБ г.Уфа; ООО ВНИИ ГАЗ г.Москва; КГТУ (ЕХТН) г.Казань; НИИ Нефтепромхим г. Казань. Технология получила высокую оценку в «Технологическом центре», созданном в рамках «ЭнергодIALOGA «Россия-ЕС».

## Технологическая схема



**БПС** – блок подготовки сырья

**БУП** – блок углубленной переработки

**ББ** – битумный блок для производства окисленного битума или битумный блок, совмещенный с вакуумным блоком для производства неокисленного битума или других тяжелых товарных продуктов (покрытий, эмульсий, кокса и т.д.).





Проблема

## Проблематика

В настоящее время наиболее широко распространены каталитические процессы углубленной переработки углеводородного сырья, однако, несмотря на их очень высокую стоимость, даже они не могут предложить достаточно привлекательный технико-экономический баланс для многих нефтепереработчиков при переработке самых тяжелых видов сырья.

Тяжелые нефтяные остатки непосредственно в реакторе контактируют с катализатором (при гидрокрекинге – в среде молекулярного водорода) и очень быстро приводят к отравлению и коксованию активной поверхности любого катализатора. Затраты на замену и регенерацию катализатора, на борьбу с образованием кокса превышают затраты на проведение самого каталитического процесса. Визуально сравнительные параметры оборудования хорошо видны на фото НПЗ на рис. 1 (фото из ресурсов [ngfr.ru](http://ngfr.ru) и др.). Основная масса Российских НПЗ не имеет в своем составе современного оборудования из-за высокой его стоимости, глубина переработки в среднем 50 – 60 %, средняя глубина переработки передовых НПЗ за рубежом составляет 80 – 90 % (при работе на легкой и средней нефти).

Рис. 1. Типовая установка гидрокрекинга

**Реактор  
гидрокрекинга**



**Блок  
регенерации  
катализатора**



технологии (решения)

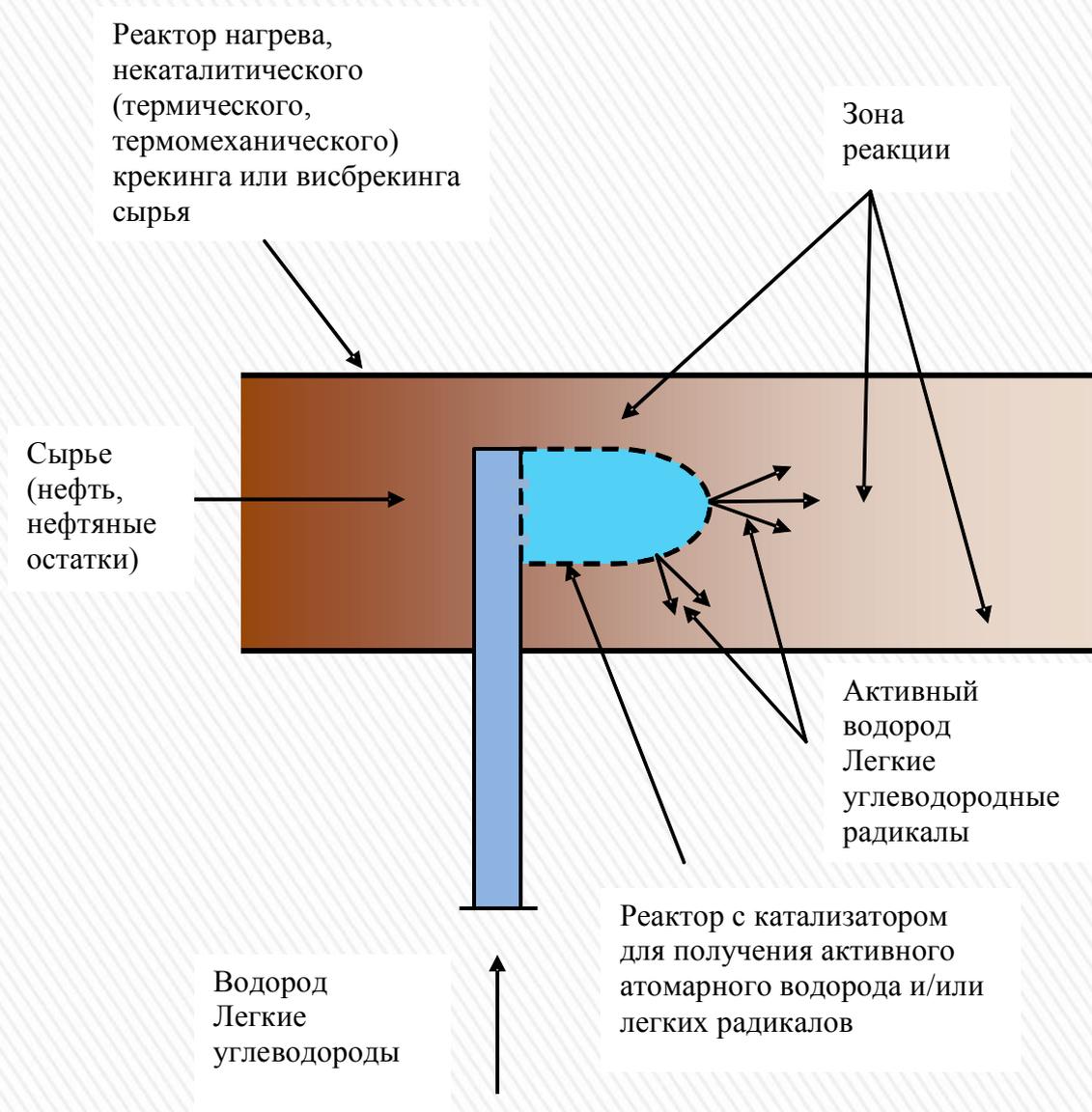


## Технология бесконтактного гидрокрекинга

Основное отличие и преимущество технологии бесконтактного гидрокрекинга заключается в том, что сырье, в основном тяжелое и содержащее большое количество разнообразных вредных примесей, непосредственно с катализатором не контактирует. В.А. Золотухин. «Технология бесконтактного гидрокрекинга углеводородов для глубокой переработки нефти и нефтяных остатков», «Нефть, газ, промышленность», № 1 (51) за 2014 г., с. 26-31).

С катализатором контактируют молекулярный водород и/или легкие водородсодержащие среды, обогащенные водородом (они не содержат вредных примесей и компонентов). Молекулярный водород и легкие углеводороды сравнительно термически стабильны, но хорошо разлагаются на катализаторах. Полученные активный водород и/или легкие радикалы (время жизни достаточно велико) направляют в устройства нагрева и/или некаталитического крекинга жидкого исходного сырья для проведения реакции бесконтактного гидрокрекинга (процесс схематически изображен на рис. 2). Тяжелое сырье не вступает в непосредственный контакт с катализатором, не происходит отравление и коксование катализатора, отпадает необходимость регенерации и замены катализатора, процесс упрощается и становится более надежным и менее затратным.

Стоимость процесса и оборудования по предлагаемому проекту, величина капитальных и эксплуатационных затрат уменьшается более, чем в 2 раза, глубина переработки может быть увеличена.



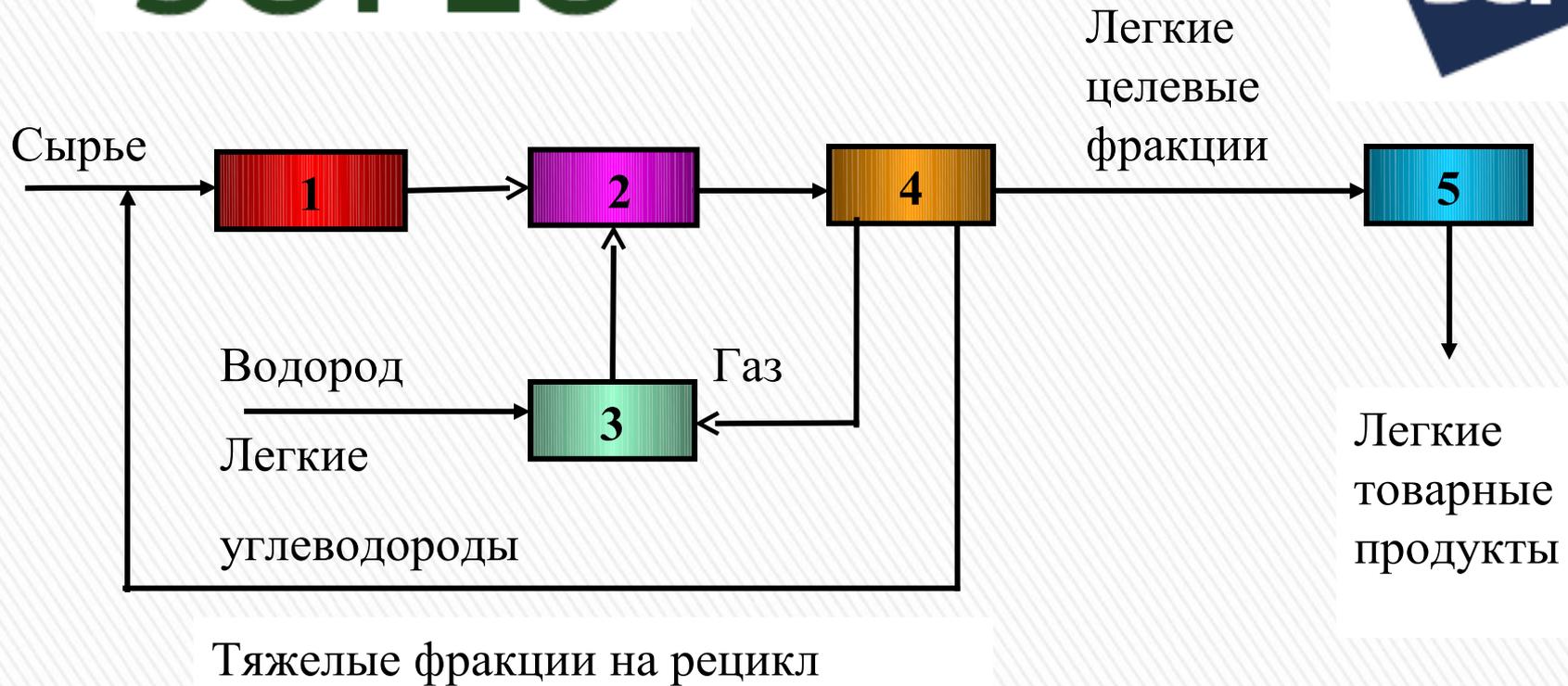


ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ СЕТЬ



## Описание работы установки бесконтактного гидрокрекинга

- ❊ Легкие насыщенные продукты реакции непрерывно выводятся из процесса для получения легких целевых товарных продуктов (сжиженного газа, бензина, реактивного, дизельного топлива, продуктов нефтехимии). При этом такие дорогие процессы, как гидроочистка, риформинг и т.д. в блоках получения легких товарных продуктов могут не использоваться, т.к. открытые связи радикалов крекинга сырья насыщаются до блока получения товарных продуктов, а регулировка свойств и состава получаемых фракций производится изменением режима и параметров процесса.
- ❊ Тяжелые фракции направляются на повторную обработку (рецикл). При этом можно достичь практически 100 % (без учета потерь и неорганических примесей) глубины переработки и выхода легких целевых продуктов (рис. 3).
- ❊ Предлагаемый способ глубокой переработки углеводородов имеет отличную перспективу и принципиально легко реализуем в нефтеперерабатывающей промышленности, и будет значительно эффективнее и дешевле известных процессов углубленной переработки.



**Рис. 3. Блок – схема установки бесконтактного гидрокрекинга для глубокой переработки углеводородных ресурсов.**

1 – блок нагрева, некаталитического (термического или термомеханического) крекинга или висбрекинга сырья; 2 – реакционная камера; 3 – блок получения атомарного водорода и/или легких радикалов (реактор с катализатором); 4 – блок разделения продуктов реакции (сепаратор); 5 – блок получения легких целевых товарных продуктов (бензина, дизельного топлива, продуктов нефтехимии и др.).



## Техническое описание НШПП

- НШПП предназначено для переработки углеводородосодержащих остатков с целью получения готового товарного продукта
- Применяется глубокая очистка водных стоков, утилизация твердых отходов с получением инертного материала, очистка газовых выбросов в атмосферу от окислов азота и серы
- Предприятие включает в себя: блоки первичной очистки нефтешламов и очистки нефтезагрязненной воды, подготовки нефтесепарата, фракционирования, замедленной термической конверсии, гидроочистки ШФД, гидроконвекции тяжелого остатка, стабилизации товарных продуктов, сероочистки технологических газов, производства водорода, энергоблок, локальные очистные сооружения, другие вспомогательные объекты, инженерные сети.





**Будем рады сотрудничеству!**

**Контактная информация:**

