



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА СУДОВЫХ ТОПЛИВ В ТЕКУЩИХ УСЛОВИЯХ

Лобашова Марина Михайловна
Директор по качеству
Центра мониторинга новых технологий
Доцент РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина

**22-23 ИЮНЯ 2023, XVI Всероссийский Форум
«Современное состояние и перспективы развития
российского рынка бункеровочных услуг»**

Наша команда:

Специалисты с профильным образованием
в нефтепереработке и нефтехимии



Михаил Ершов
Генеральный директор,
д.т.н.



Марина Лобашова
Директор по качеству,
к.т.н.



Всеволод Савеленко
Руководитель направления
R&D



Давид Алексанян
Руководитель
исследовательской
лаборатории, к.х.н.

ОПЫТ:



Разработка и внедрение оригинальных технологий производства топлив и технологических присадок: автобензины АИ-95, Евро-6, Pulsar-100, судовое топливо RMLS, реактивное топливо Jet A-1, альтернативные топлива E30 и MFT-30.



Реализация технологических форсайтов по заказам ведущих российских компаний, НПЗ и государственных ведомств, среди которых: ПАО «НК «Роснефть», ООО «РН-Бункер», ПАО «Газпром нефть», АО «НефтеХимСервис», АО «НЗНП», ООО «КНГК-ИНПЗ», Минэнерго РФ



Постоянный мониторинг передовых технологических новаций в нефтепереработке и нефтехимии в рамках цифрового сервиса FUELS Digest



Члены команды имеют 200+ научно-технических статей в области нефтепереработки и нефтехимии, 50+ патентов на изобретения, участвовали в разработке большинства последних редакций ГОСТ на топлива. Являются членами Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков, ТК 031, ТК 239, комитетов D02 ASTM и ISO/TC 28



Организация и проведение работ по разработке технологий и постановке на промышленное производство новых видов топлив, в том числе топлив для реактивных двигателей, автомобильных бензинов, авиационных бензинов, дизельных и судовых топлив, мазутов в рамках созданного на базе РГУ им. И.М. Губкина Центра по допуску и испытанию нефтепродуктов.

FUELS Digest – глобальный мониторинг новых технологий



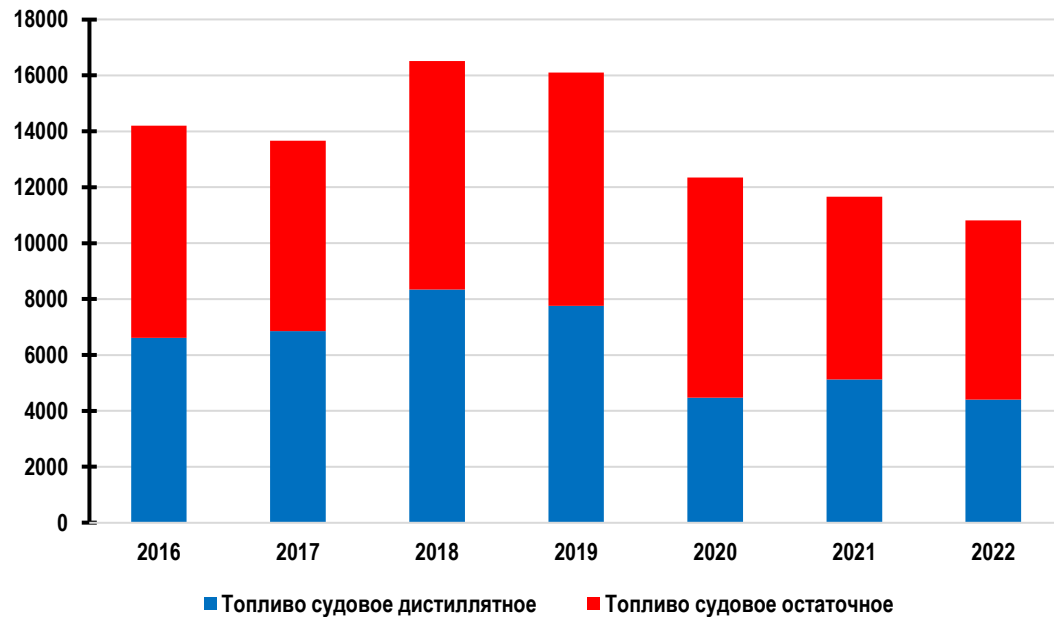
@FUELSDIGEST

<https://t.me/FUELSdigest>

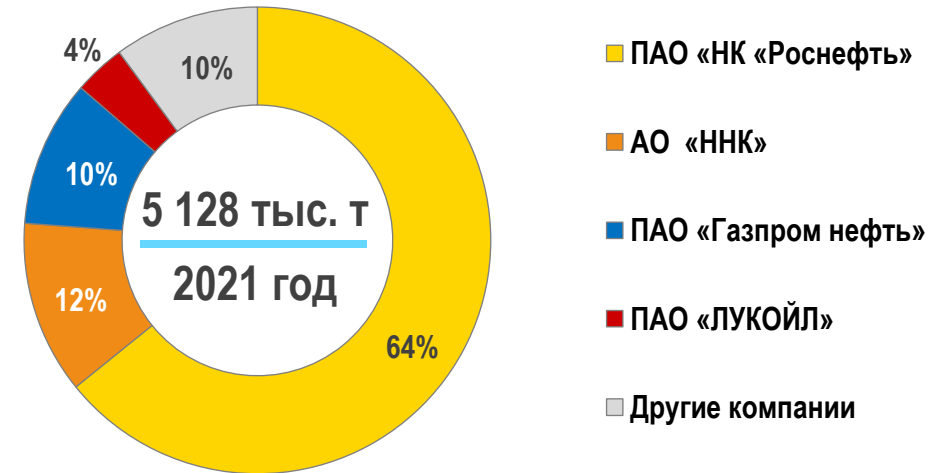
По вопросам ежегодной подписки на FUELS Digest обращайтесь на почту info@fuelsdigest.com

- FUELS Digest – сервис глобального мониторинга технологической и аналитической информации и документации по топливной тематике. Работа сервиса осуществляется по эффективному алгоритму с экспертной поддержкой для отбора и реферирования информации.
- FUELS Digest состоит из 15 тематических бюллетеней, посвященных наиболее актуальным направлениям нефтепереработки и энергетики во всем мире.
- Подписчиками FUELS Digest являются более тридцати организаций, к которым относятся НПЗ Роснефти, ООО «Кинеф», ООО «Газпром газомоторное топливо», ООО «РН-Бункер», научно-исследовательские институты и др.
- При поддержке Министерства энергетики РФ, Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков, Союза Нефтегазопромышленников, Национальной Ассоциации СПГ, Российской биотопливной ассоциации, Национальной газомоторной ассоциации

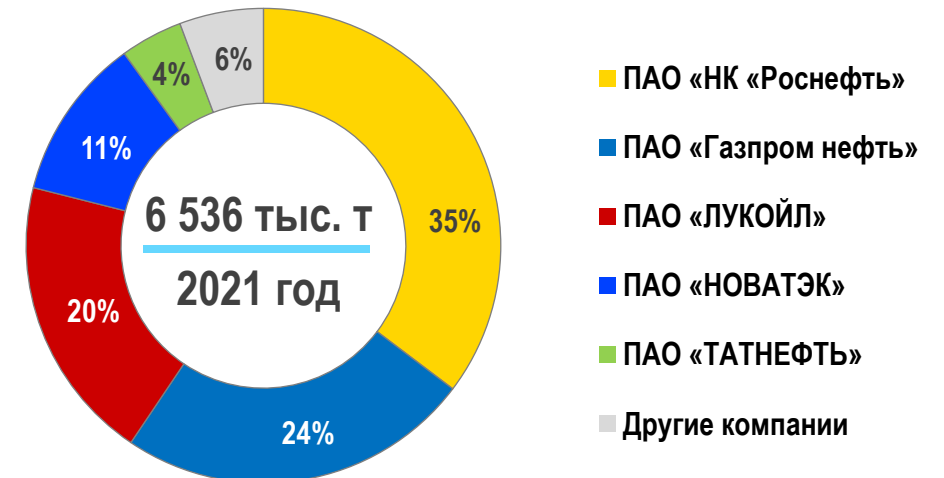
Производство судового топлива в России



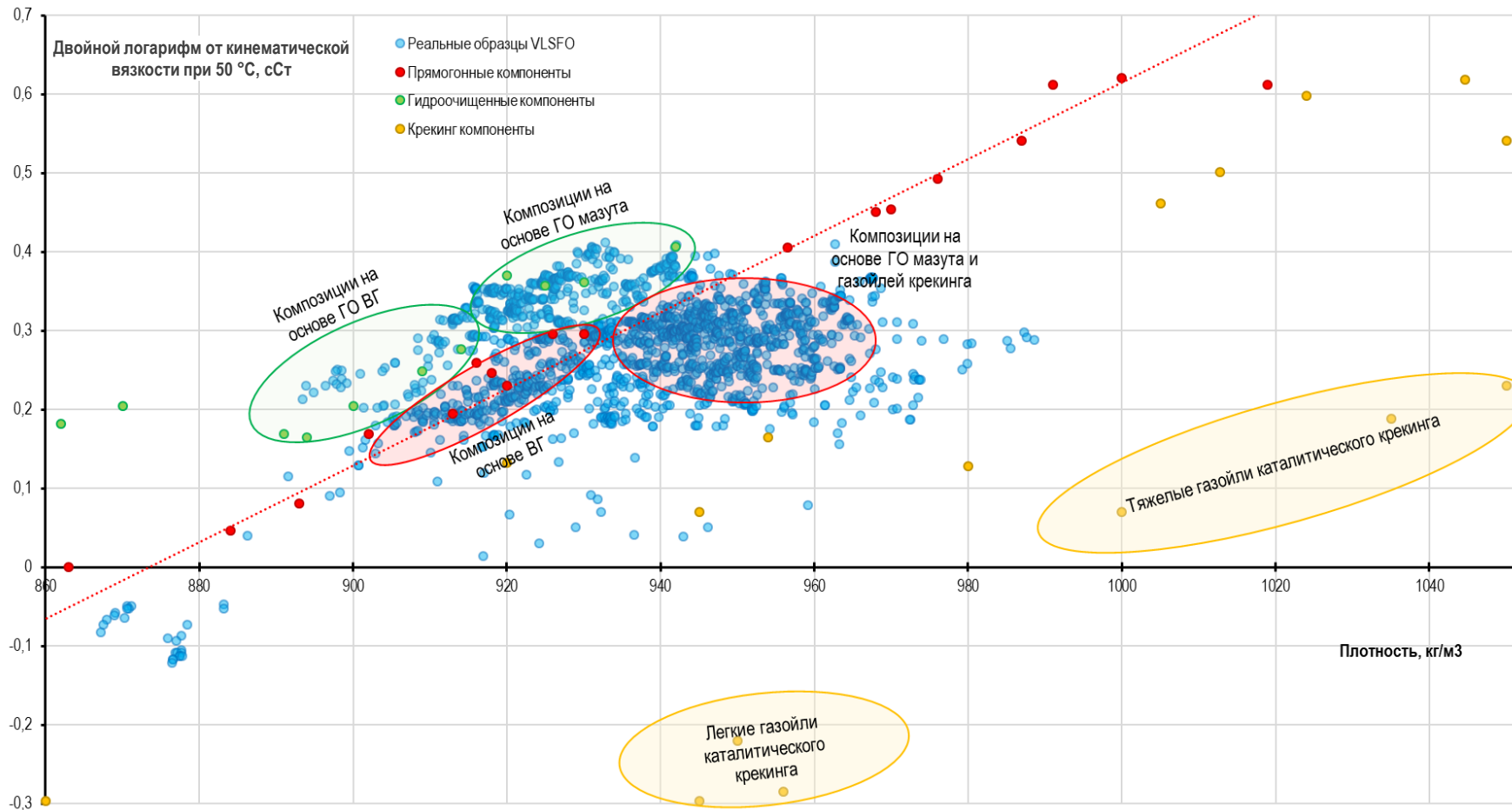
Топливо судовое дистиллятное



Топливо судовое остаточное

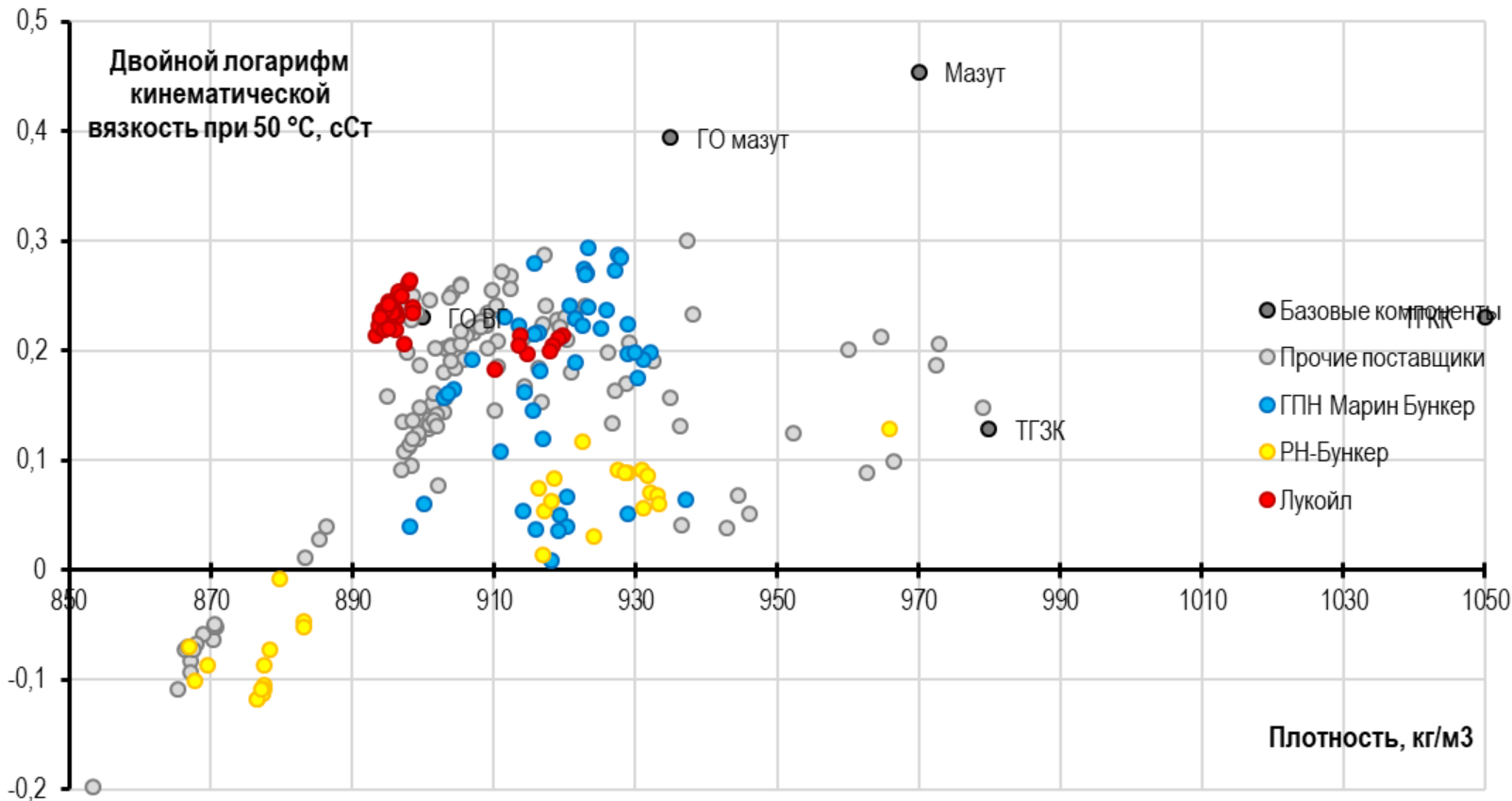


VLSFO: технологии и композиции в мире



- Переход на VLSFO обусловил сдвиг свойств композиций от «нормальной» (прямогонные компоненты) кривой в сторону вторичных композиций, а также значительное падение вязкости до среднего показателя около 80 сСт.
- Наиболее используемыми компонентами являются ГО мазут и газойль каталитического крекинга, что подтверждается данными по содержанию металлов (V, Ni) и алюмосиликатов.
- Доля ГО мазута в портах Азии находится на уровне 50-70%, а его среднее содержание в портах Ближнего Востока составило 87%.

VLSFO: технологии и композиции в России



- Основным компонентом для смешения является гидроочищенный вакуумный газойль, так как в РФ отсутствуют мощности по облагораживанию остаточных фракций.
- Помимо вакуумного газойля, в композициях также используют прямогонный мазут, дизельные фракции и газойли крекинга (преимущественно легкие).
- Композиции остаточных судовых топлив зависят от количества и качества доступного сырья: так, Газпром нефть имеет возможность добавлять до 30-50% (на композицию) низкосернистого мазута с ОНПЗ, разбавляя его ГО ВГ (10-60%), ЛГКК (до 40%) и ГО дизельными фракциями (до 20%).
- В Российских портах наблюдается меньшее среднее содержание серы – 30% композиций содержат менее 0,46% серы (среднемировое значение 10%).

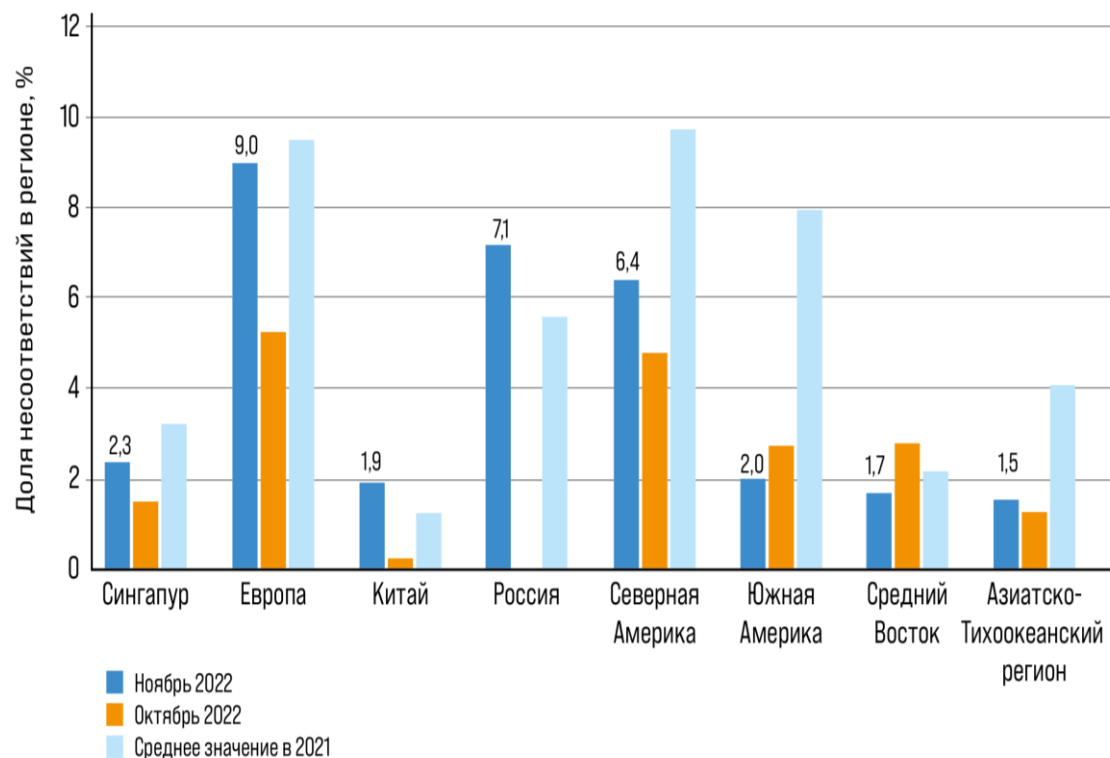
Потенциал вовлечения компонентов в топлива VLSFO и ULSFO

Название компонента	Максимальный потенциал вовлечения, %		Лимитирующее свойство / характеристика
	VLSFO	ULSFO	
Прямогонный вакуумный газойль	30	5	Содержание серы, составляющее обычно от 1,0 до 3,0%.
Гидроочищенный вакуумный газойль	100	100	Возможность использования в качестве сырья для получения более высокомаржинальных продуктов.
Прямогонный мазут	20	0	Содержание серы, составляющее обычно от 1,5 до 4,0%. Агрегативная стабильность топлива, которая также зависит от общего состава композиции.
Гидроочищенный мазут	95	10	Для ULSFO: содержание серы, составляющее обычно от 0,2 до 0,5%. Для VLSFO: высокая вязкость, которая при большой степени отбора легких фракции на установке ГО может превышать 380 сСт.
Прямогонная дизельная фракция	50	10	Содержание серы, составляющее обычно от 0,2 до 2,0%. Агрегативная стабильность топлива, которая также зависит от общего состава композиции.
Гидроочищенное дизельное топливо	50	50	Агрегативная стабильность топлива, которая также зависит от общего состава композиции. Экономическая целесообразность: отпускная цена дизельного топлива выше, чем у судового.
Легкий газойль коксования	30	5	Содержание серы, составляющее обычно от 0,8 до 2,5 %. Окислительная стабильность топлива из-за высокого содержания олефинов.
Тяжелый газойль коксования	20	0	Содержание серы, составляющее обычно от 1,5 до 5,0 %. Окислительная стабильность топлива из-за высокого содержания олефинов.
Легкий газойль каталитического крекинга (с предварительной ГО сырья / без нее)	50 / 30	30 / 5	Содержание серы, составляющее обычно от 0,2 до 0,5% (критично для ULSFO) с предварительной ГО сырья и 0,8 до 2,5% без нее. Высокий расчетный индекс ароматичности (низкая воспламеняемость).
Тяжелый газойль каталитического крекинга (с предварительной ГО сырья / без нее)	50 / 0	20 / 0	Содержание серы, составляющее обычно от 0,3 до 0,7% с предварительной ГО сырья и 3,0 до 5,0% без нее. Высокий расчетный индекс ароматичности (низкая воспламеняемость). Высокая концентрация катализаторной пыли (Al и Si).
Висбрекинг-остаток	15	0	Содержание серы, составляющее обычно от 1,8 до 4,5%. Агрегативная стабильность топлива: ввиду термического происхождения фракции асфальтены в ней крайне нестабильны.
Жидкие продукты пиролиза	20	20	Агрегативная стабильность топлива: ввиду термического происхождения фракции асфальтены в ней крайне нестабильны. Высокий расчетный индекс ароматичности (низкая воспламеняемость). Высокое содержание воды.
Остаток гидрокрекинга	100	100	Возможность использования в качестве сырья для получения более высокомаржинальных продуктов.

Источник: анализ ЦМНТ

Проблемы производства судового топлива VLSFO

Несоответствия качества VLSFO по регионам: октябрь и ноябрь 2022 года относительно 2021 года



Источник: Бюллетень VPS «Marine Fuel Insights», материалы рабочей группы CIMAC

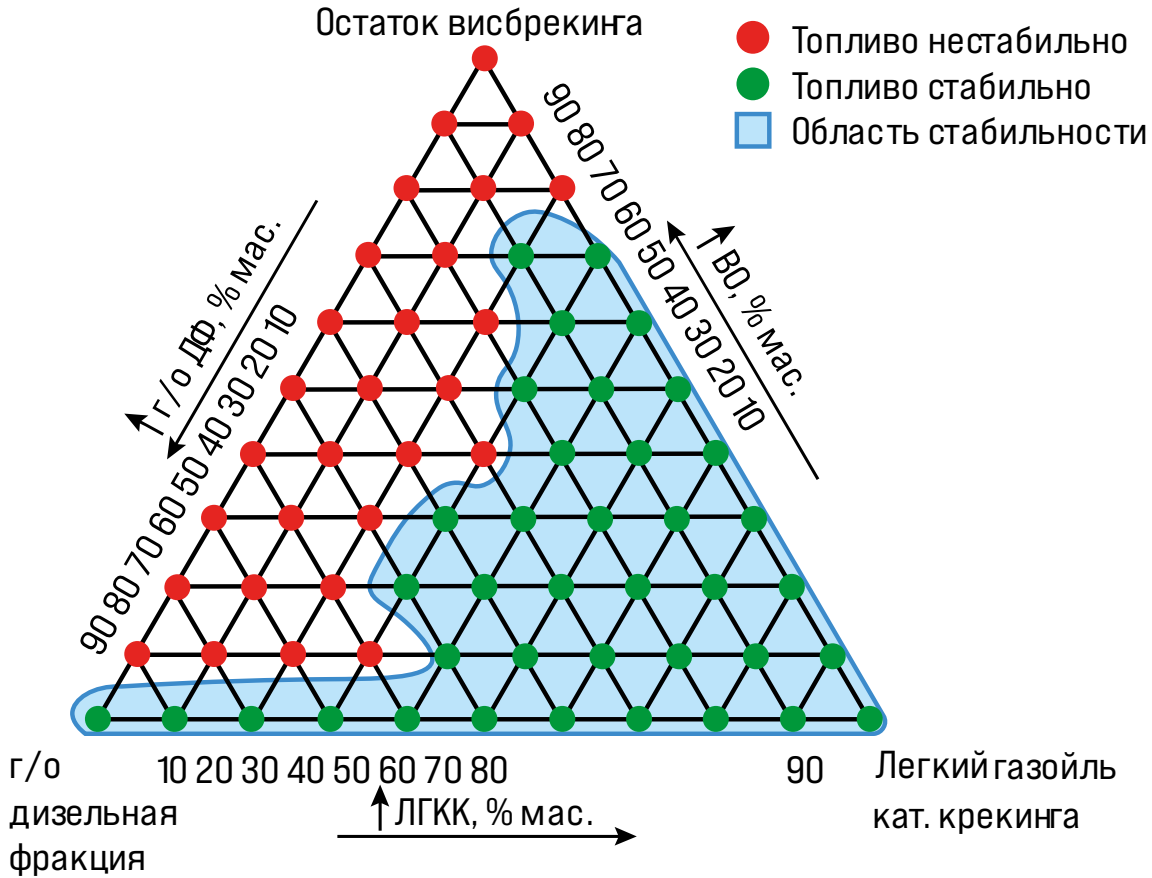
Несоответствия качества судовых топлив

В общей сложности около 5 300 000 тонн бункеровочного судового топлива было протестировано в ноябре 2022 года. Отмечено, что практически во всех районах бункеровки были выявлены несоответствия спецификациям VLSFO по нескольким критериям: содержание серы и температура вспышки. 16% всех протестированных судовых топлив содержали в своем составе большое количество мелких примесей катализаторной пыли, 0,6% всех протестированных топлив не соответствовало по температуре застывания, а также были основной причиной несоответствия спецификаций ULSFO и MGO по всему миру. Проблемы по стабильности VLSFO по сравнению с октябрём 2022 года увеличились практически в 2 раза (Сингапур, Хьюстон, Гонконг).

ХОС в топливе и проблемы в эксплуатации

Компанией были проанализированы выводы по расследованию сингапурского дела (март 2022 года). Более 100 судов столкнулись с эксплуатационными проблемами после использования загрязненного топлива HSFO. Концентрация отдельных ХОС достигала 6000 мг/кг, при этом в менее загрязненном топливе уровень их содержания составлял 70-100 мг/кг. VPS идентифицировала загрязняющие вещества как четыре конкретных углеводорода: 1,2-дихлорэтан, 1,2-трихлорэтан, тетрахлорэтилен, хлорбензол. Суда, использовавшие топливо с высокими концентрациями ХОС, столкнулись с быстрым износом топливных насосов и форсунок. Рабочая группа CIMAC говорит о важности контроля качества топлива и рекомендует нормировать содержание хлорсодержащих углеводородов в судовых топливах не более 50 мг/кг

Проблемы производства судового топлива VLSFO



Основная проблема, с которой сталкиваются НПЗ при смешении компонентов для получения судового топлива VLSFO, заключается в сохранении стабильности асфальтенов в коллоидных растворах топлива. Компоненты VLSFO можно классифицировать на три основные модели:

- Компоненты с преимущественным содержанием парафино-нафтеновых углеводородов (более 50-60%), небольшим или нулевым количеством смол и отсутствием асфальтенов: прямогонная дизельная фракция, вакуумный газойль (гидроочищенные или негидроочищенные), остаток гидрокрекинга;
- Компоненты с высоким содержанием асфальтенов: висбрекинг-остаток, асфальт процесса деасфальтизации, смолы пиролиза;
- Компоненты с высоким содержанием ароматических углеводородов: легкие и тяжелые газойли каталитического крекинга, коксования.

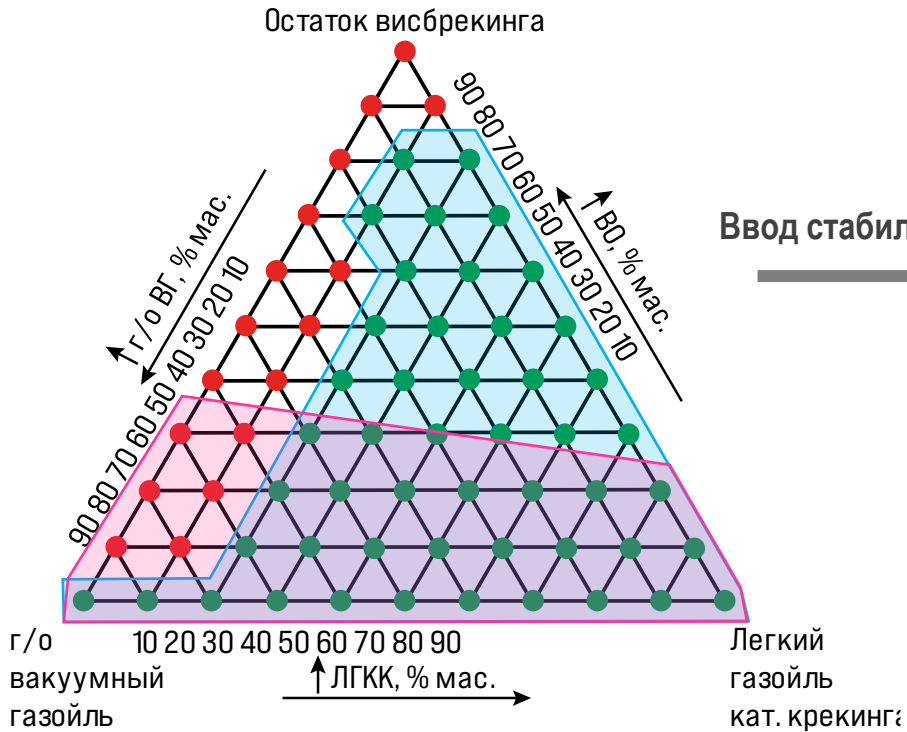
Компоненты с высоким содержанием парафино-нафтеновых соединений имеют крайне плохую совместимость с компонентами с высоким содержанием асфальтенов. Высокоароматические компоненты в данном случае могут выступать медиаторами: их добавление в такую бинарную смесь в определенной концентрации может помочь стабилизировать смесь.

Компетенции ЦРПП – стабилизатор асфальтенов судовых топлив ЦРПП 6112

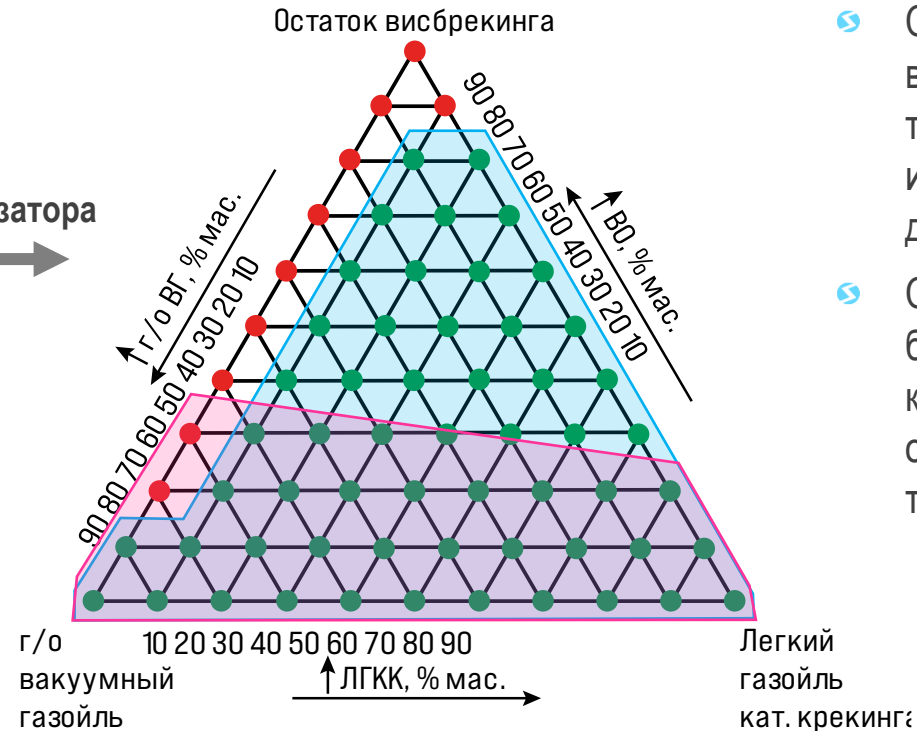
Области допустимых составов композиций

Без использования стабилизатора

С добавлением 0,2% стабилизатора



Ввод стабилизатора



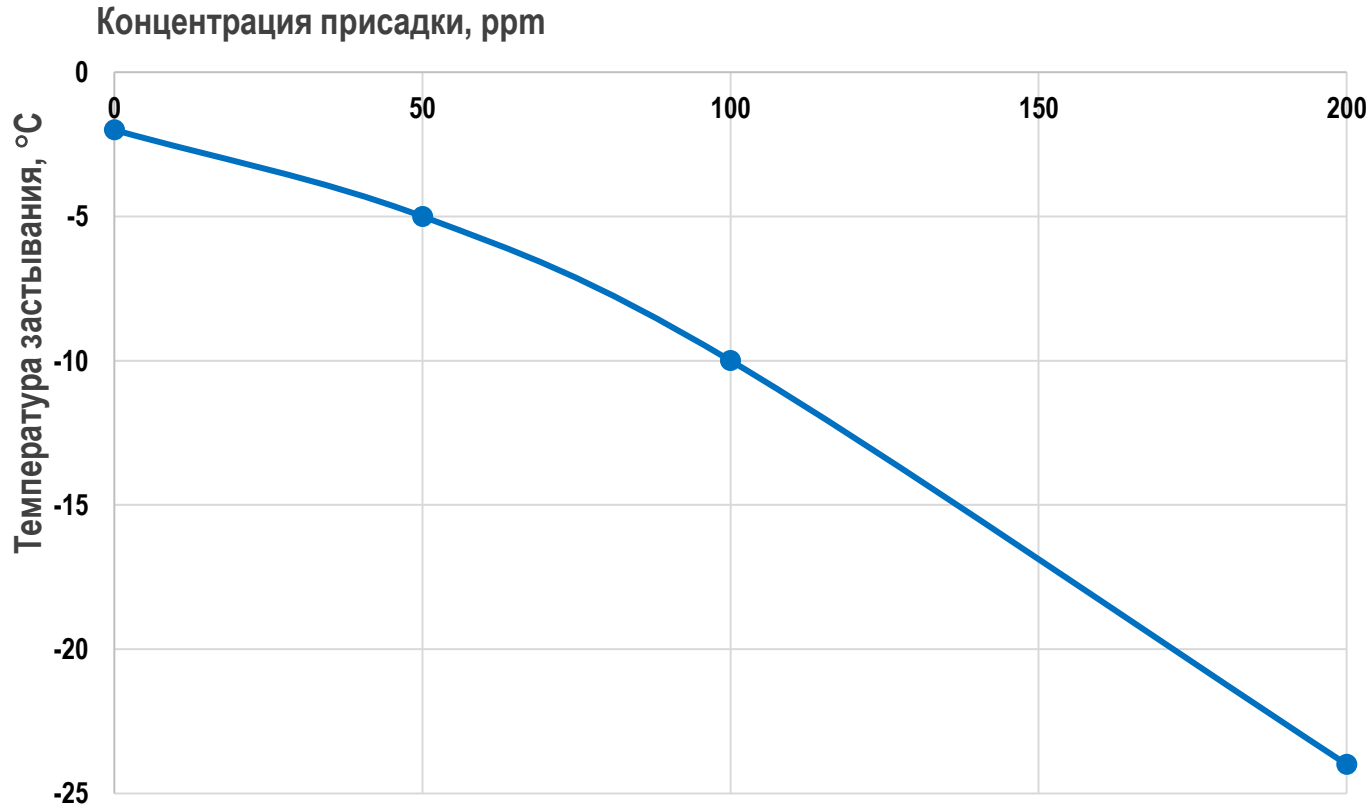
- Топливо нестабильно
- Топливо стабильно

- Область стабильности
- Область содержания серы <0,5% масс.

- Стабилизатор предотвращает выпадение и накопление осадка в топливных танках, забивку фильтров и износ топливной системы двигателя.
- Стабилизатор позволяет вовлекать большее количество остаточных компонентов в парафино-нафтеновую основу, расширяя потенциальный пул топлива и снижая его себестоимость.

Компетенции ЦРПП – депрессорная присадка ЦРПП 4056

Депрессия температуры застывания топлива маловязкого судового



Источник: данные ЦРПП

- Присадка представляет синергетическую композицию двух активных веществ депрессора (средне- и низкомолекулярных сополимеров), обеспечивающую эффективное снижение температуры застывания для судовых маловязких топлив, а также предельной температуры фильтруемости дизельных топлив.
- Не ухудшает показатели качества топлива и совместима с другими функциональными присадками и добавками (стабилизаторами асфальтенов, диспергатором).
- Имеется успешный опыт применения на российских НПЗ.

Спасибо за внимание!

ЦМНТ | ЦЕНТР МОНИТОРИНГА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

+7 495 188 97 28

г. Москва,
Технопарк Сколково,
Большой бульвар, д. 42, стр. 1,

info@ntwc.ru