

Докладчики:
Борисанов Дмитрий Владимирович
Начальник исследовательской лаборатории
ПАО «Славнефть-ЯНОС», к.т.н., заслуженный
изобретатель РФ
Бучаев Марат Салимович
Инженер-технолог ПАО «Славнефть-ЯНОС»

 СМОТРЕТЬ
ВИДЕО

 МЕЖОТРАСЛЕВАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
4-5 АПРЕЛЯ '24



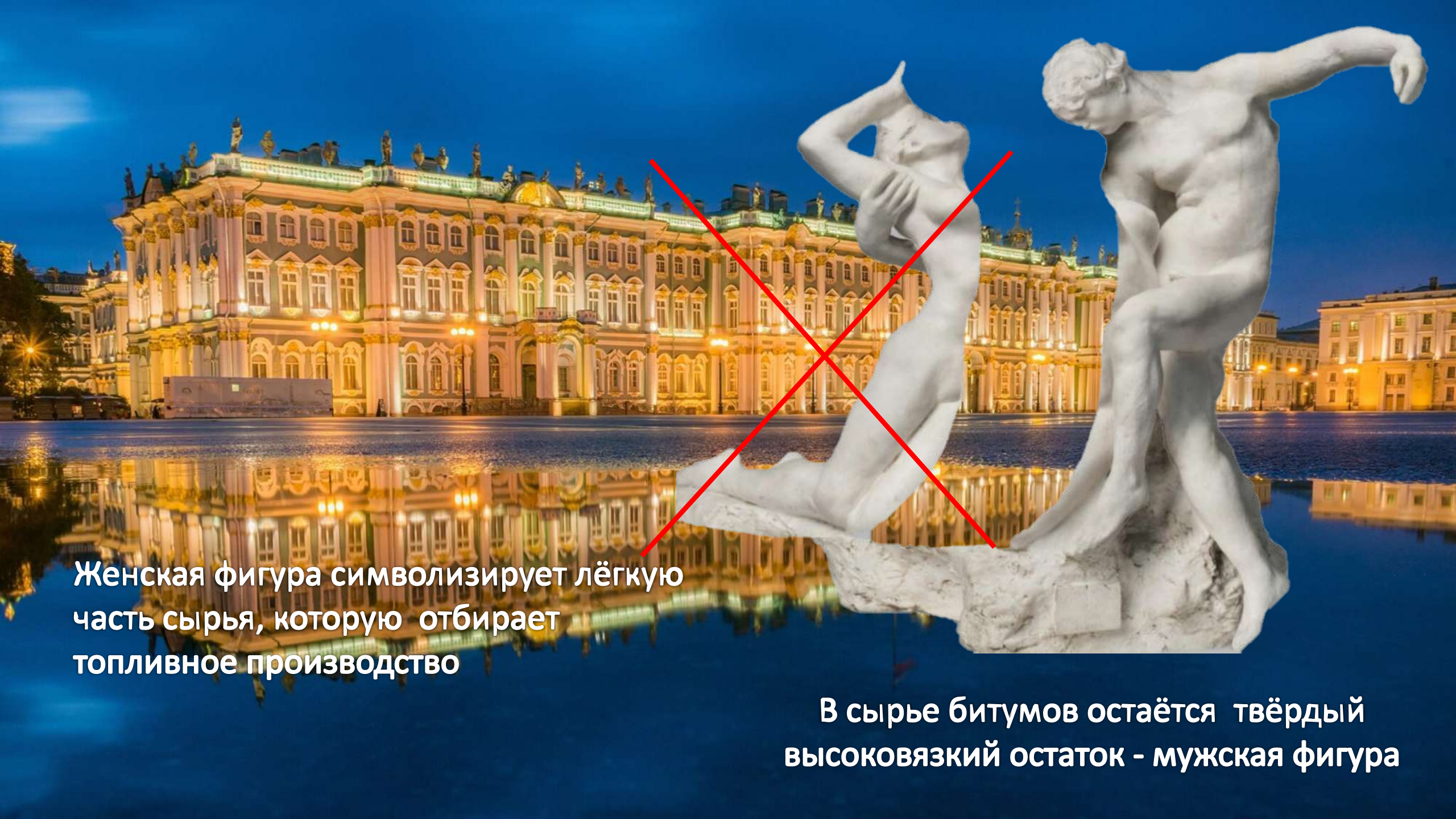
Комплексный анализ тяжелых нефтяных фракций и получение битумов из высоковязкого сырья



Франсуа́ Родён «Вечная весна»



Можно ли подход Родена «беру камень и убираю всё лишнее» использовать при формировании сырья производства битумов?...



Женская фигура символизирует лёгкую часть сырья, которую отбирает топливное производство

В сырье битумов остаётся твёрдый высоковязкий остаток - мужская фигура

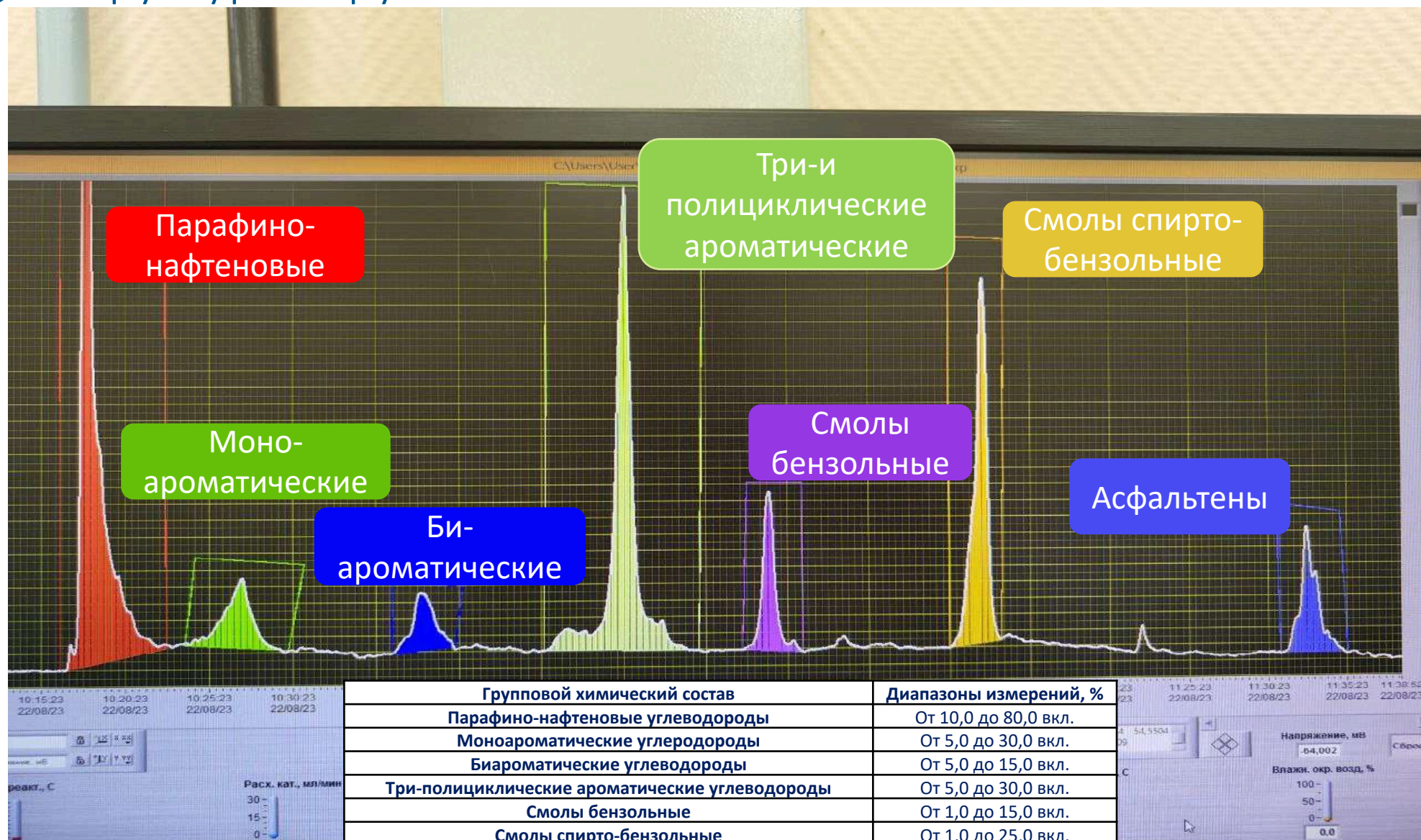
4 Методы проведения анализов




















5 Методы проведения анализов

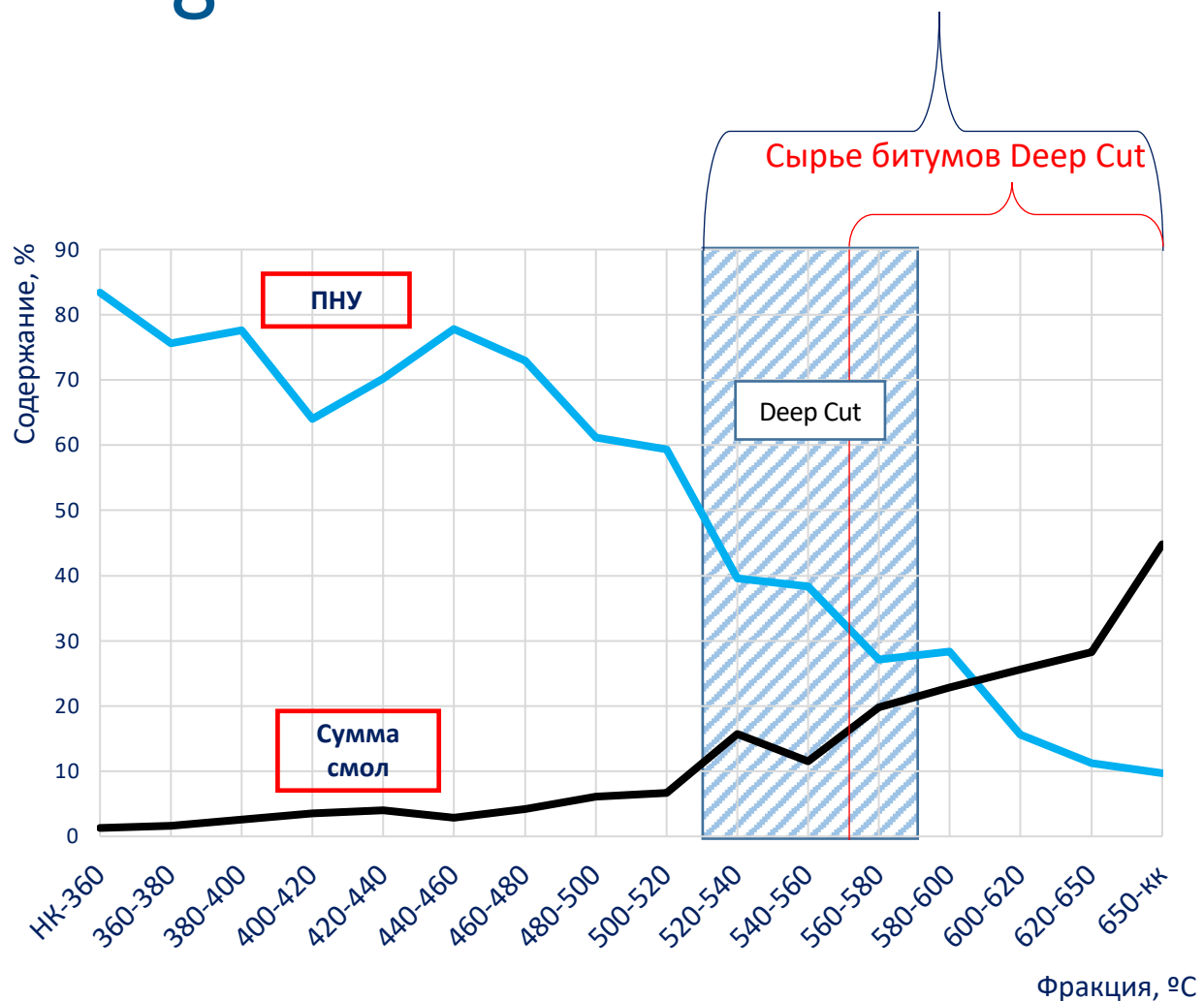


6 Структурно-групповой состав

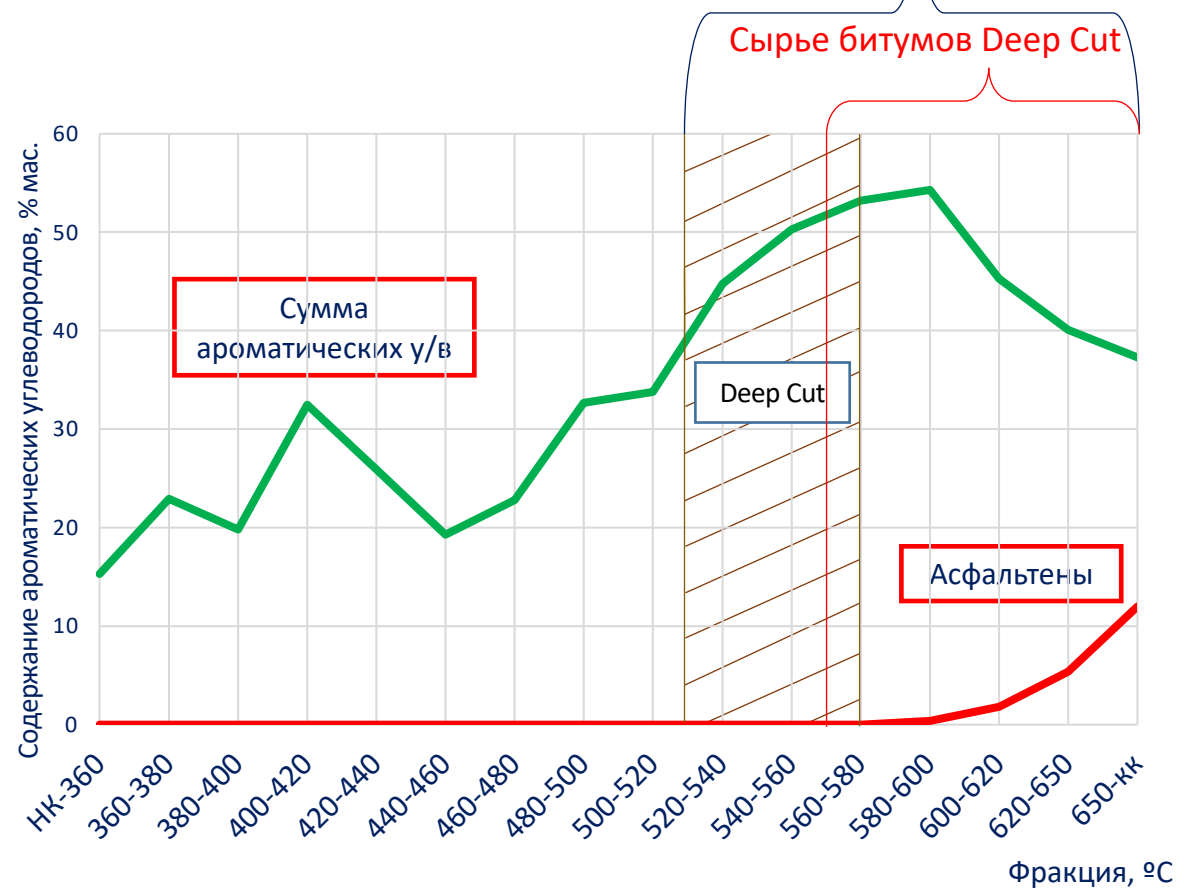


7 Групповой состав фракций, полученных из мазута с ВТ-6 (Методика ГУП ИНХП РБ)

Группа углеводородов	Мазут	НК-360	360-380	380-400	400-420	420-440	440-460	460-480	480-500	500-520	520-540	540-560	560-580	580-600	600-620	620-650	650-КК
ПНУ																	
Моноароматические углеводороды	36,8	83	76	78	64	70	78	73	61	59	40	38	27	25	20	15	14
Биароматические углеводороды	5,7	5	7,9	6,6	9,1	6,3	6,6	6,9	8,9	9,1	8,3	8,6	9,5	9,3	8,2	5,4	3,7
Три и-полициклические ароматические углеводороды	4,1	4,2	4,2	3,2	8,7	5,6	2	2,9	5,7	6,5	5,4	7,4	6,5	6	5,3	4,8	2
Смолы бензольные	25,3	6,1	11	10	15	14	11	13	18	18	31	34	37	33	33	33	29
Смолы спирто-бензольные	6,3	0,3	0,6	1	1,4	2	1,4	1,9	2,2	3	6,2	4,8	5,8	9	9,1	7,9	8,6
Асфальтены	15	1	1	1,6	2,1	2	1,5	2,3	3,9	3,7	9,5	6,7	14	18	23	28	32
	6,8													0,4	1,8	5,4	12



Парафино-нафтеновые углеводороды обеспечивают пластичность и пенетрацию (глубину проникания иглы).
Смолы придают битуму необходимую растяжимость.

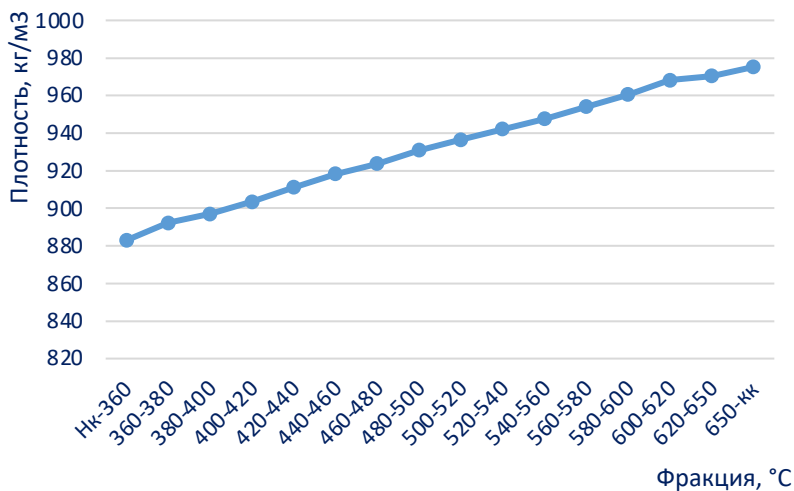


Ароматика обеспечивает необходимую растяжимость и пластичность.

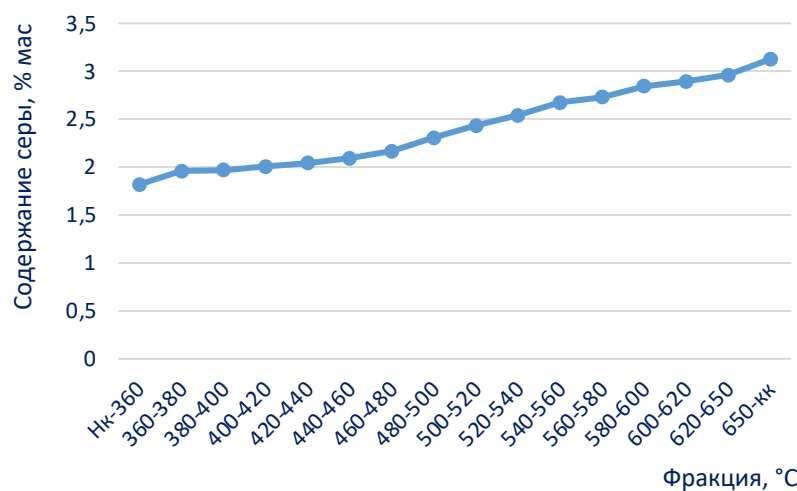
Асфальтены обеспечивают необходимую температуру размягчения битумов (переизбыток делает битум очень твердым и хрупким).

9 Физико-химические свойства узких фракций мазута

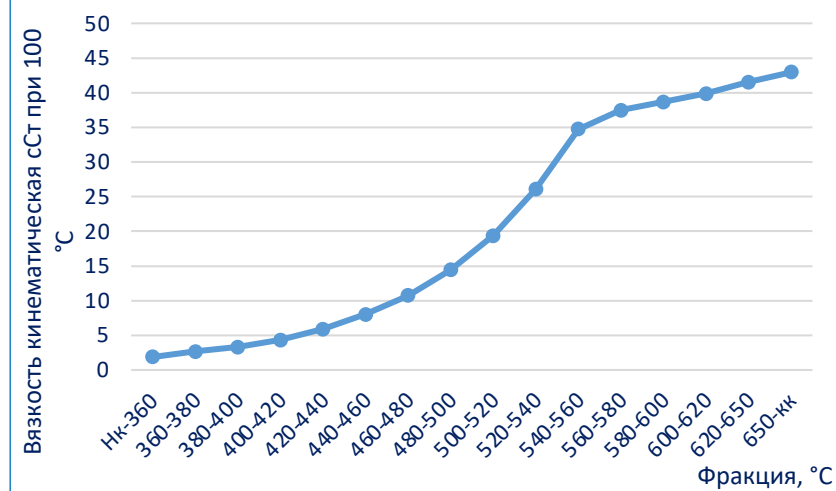
Плотность при 20 °С



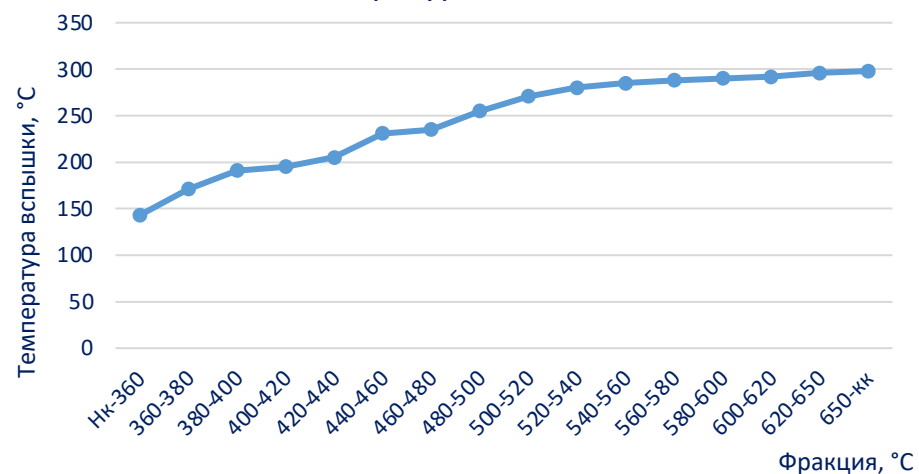
Содержание серы



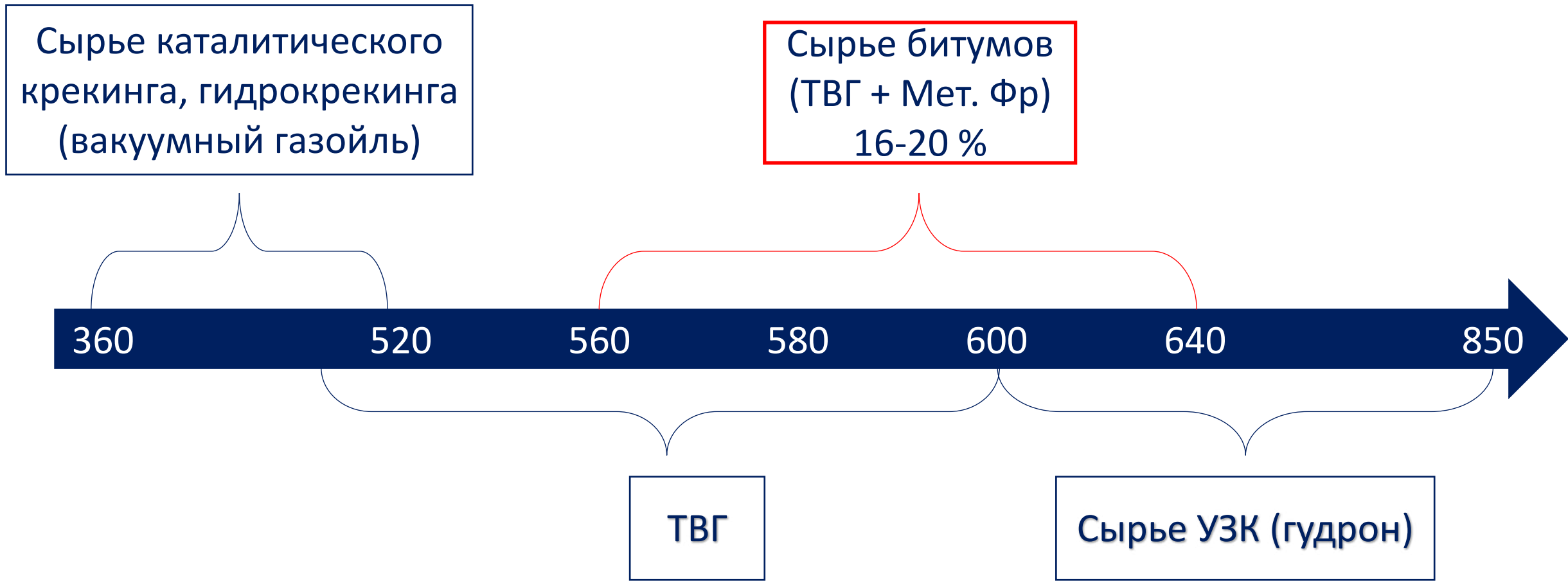
Вязкость кинематическая при 100 °С



Температура вспышки



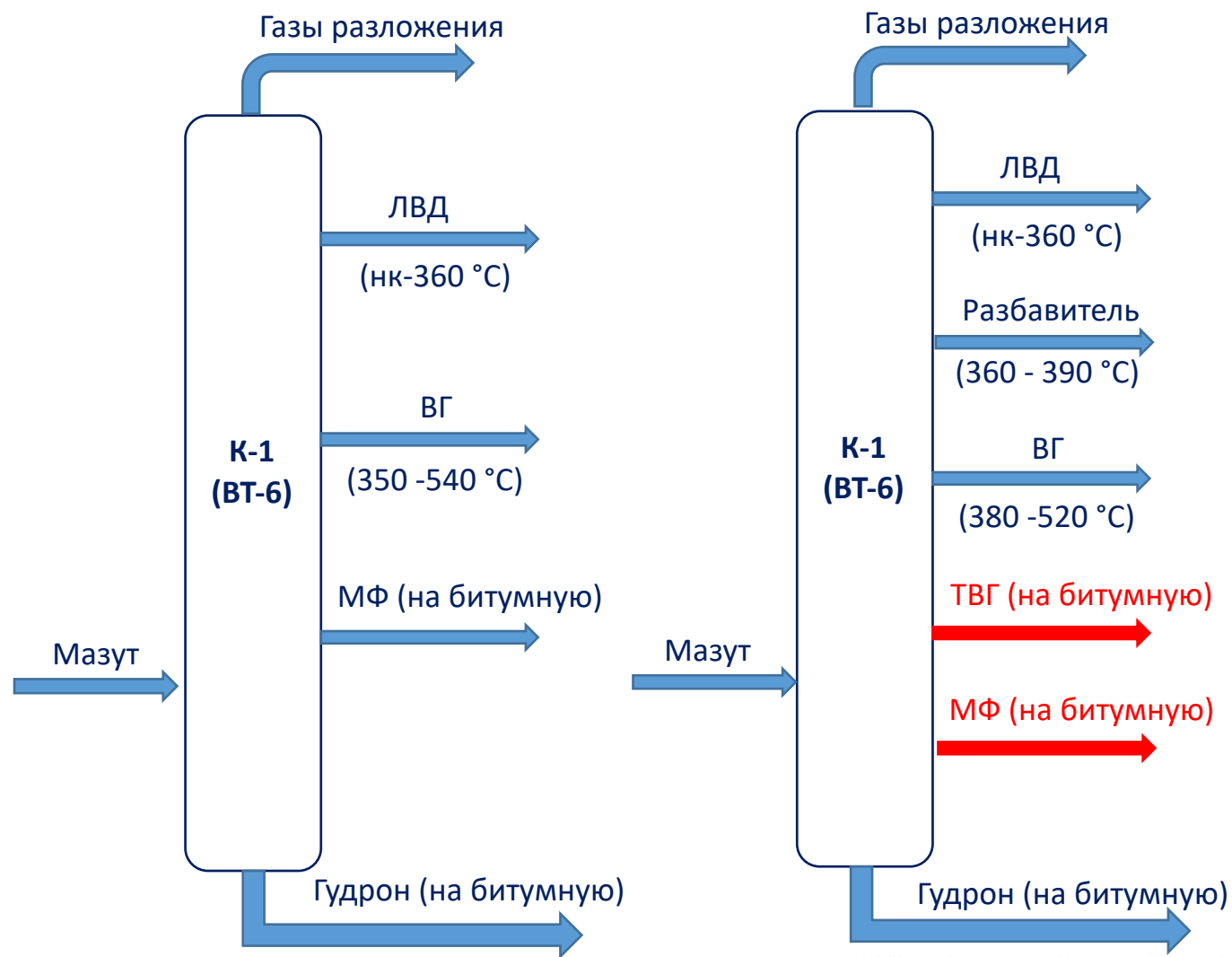
10 Перспективная концепция фракционного состава сырья производства битумов



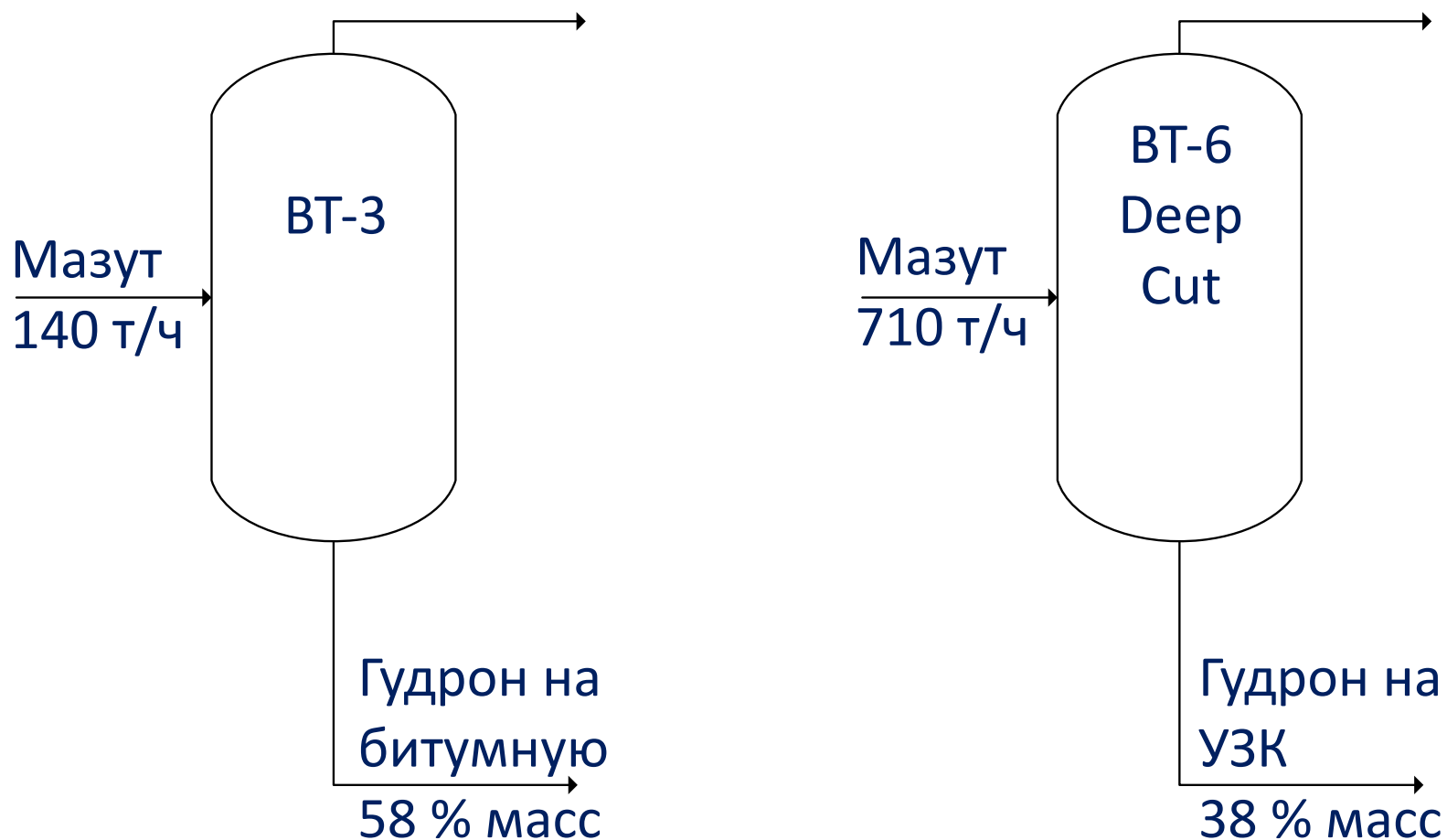
11 Модернизация установки ВТ-6 по технологии Deep Cut

Техническое задание
на разработку основных технических решений реконструкции установок ВТ-3 и ВТ-6

1.	Наименование Заказчика	ОАО «Славнефть-ЯНОС»
2.	Наименование объекта	Установки ВТ-3 и ВТ-6
3.	Наименование работ	Разработка основных технических решений реконструкции установок ВТ-3 и ВТ-6
4.	Цели проекта	- Увеличение отбора дизельного топлива по вакуумным колоннам установок ВТ-3 и ВТ-6; - Увеличение отбора вакуумного газойля по вакуумным колоннам установок ВТ-3 и ВТ-6.
5.	Сырье и продукты	Сырье: - мазут прямогонный с установок АВТ; Продукты: - фракция НК-360°C (легкий вакуумный дистиллят) - компонент дизельного топлива; - фракция 360-390°C - разбавитель товарного мазута, ранее не выводился; - фракция 390-550°C - сырье установок каталитического крекинга и гидрокрекинга; - «металлизированная» фракция (сырье битумной установки); - гудрон - сырье Висбрекинга, битумной установки.
6.	Режим работы	1. Максимальная производительность ВТ-6: 550 т/час (60-110%) 2. Рабочий диапазон производительности ВТ-3: 120-380 т/час 3. Режим работы – круглосуточный, круглогодичный. 4. Межремонтный пробег установок ВТ-3, ВТ-6 - 3 года.



12 Блок-схема установок ВТ-3 и ВТ-6 после реконструкции



Поток		ВУБ при 80 °С, с
Гудрон ВТ-3	До	134
	После	20-30
Гудрон ВТ-6	До	157
	После	700
МФ ВТ-3	До	13
	После	4-5
МФ ВТ-6	До	12
	После	60-100
Гудрон КМ-2	До	99
	После	99
ТВГ ВТ-6	До	-
	После	4-5

Упрощенная схема работы установок ВТ-3 и ВТ-6 после реконструкции

13 Фактическое качество сырьевых потоков после реконструкции установки ВТ-6

Наименование показателя	Выход на мазут, % масс.	Результаты испытаний в АО "СвНИИ НП" промышленных проб сырьевых компонентов			
		ВУ ₈₀ , с	V ₁₀₀ , мм ² /с	КиШ, °С	T _{всп} , °С
Гудрон ВТ-3 от 26.10.22	41	364	1657	42	>290
Гудрон ВТ-6 от 26.10.23	45	203	1015	39	>290
Гудрон КМ-2 от 26.07.24	50	121	686,2	37	>290
Металлизированная фракция ВТ-3 от 26.10.22	4	11	86,44	23,2	272
Металлизированная фракция ВТ-6 от 26.10.23	3	69	373,6	31	290
Металлизированная фракция ВТ-6 от 21.12.24	-	48	316,6	29,5	234
ТВГ ВТ-6 от 26.10.22	11	4,5	18,72	-	270
Экстракт селективной очистки масел установки КМ-2 от 26.10.22	-	4,3	14,51	-	237

14 Договор с АО «СвНИИНП» на разработку рецептур



1/30, 3420022/0168Д Публичное акционерное общество "Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез"

ДОГОВОР № 3420022/0168Д
на оказание услуг

(19900665/22)

г. Новокуйбышевск

«13» 04 2022г.

Публичное акционерное общество «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез» (ПАО «Славнефть-ЯНОС»), именуемое в дальнейшем «Заказчик», в лице Генерального директора Карпова Николая Владимировича, действующего на основании Устава, с одной стороны, и

Акционерное общество «Средневожский научно-исследовательский институт по нефтепереработке» (АО «СвНИИНП»), именуемое в дальнейшем «Исполнитель», в лице Генерального директора Артема Константиновича Карпухина, действующего на основании Устава, с другой стороны, совместно именуемые в дальнейшем «Стороны», а по отдельности – «Сторона», заключили настоящий договор (далее по тексту – «Договор») о нижеследующем:

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

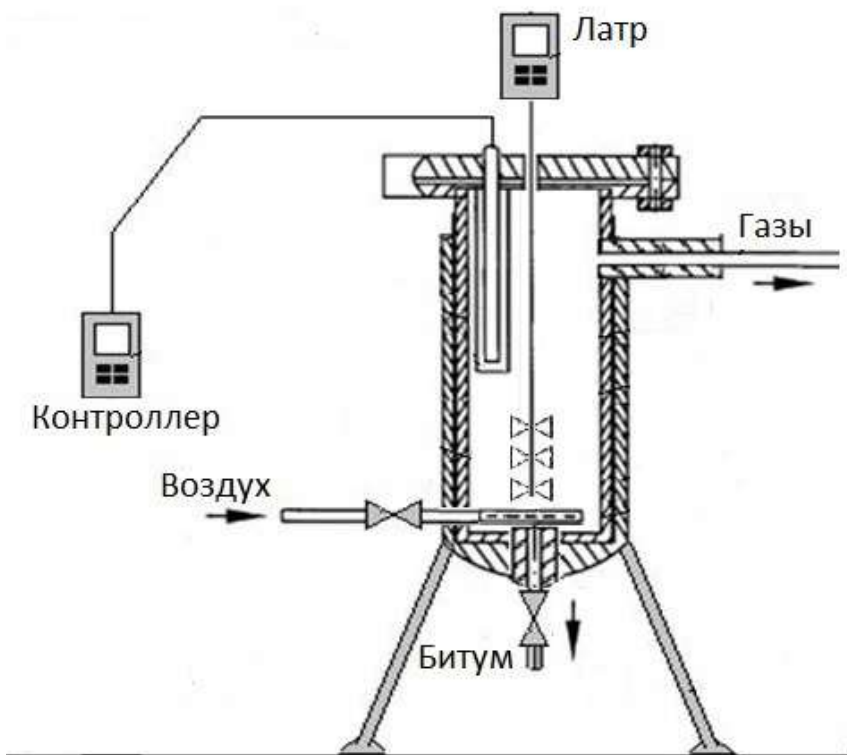
1.1. Исполнитель обязуется по заданию Заказчика оказать услуги:

«Исследования по разработке рецептур и технологии производства битумов в ПАО «Славнефть-ЯНОС» после реконструкции установки ВТ-6 и определение потенциала выработки битумов»,

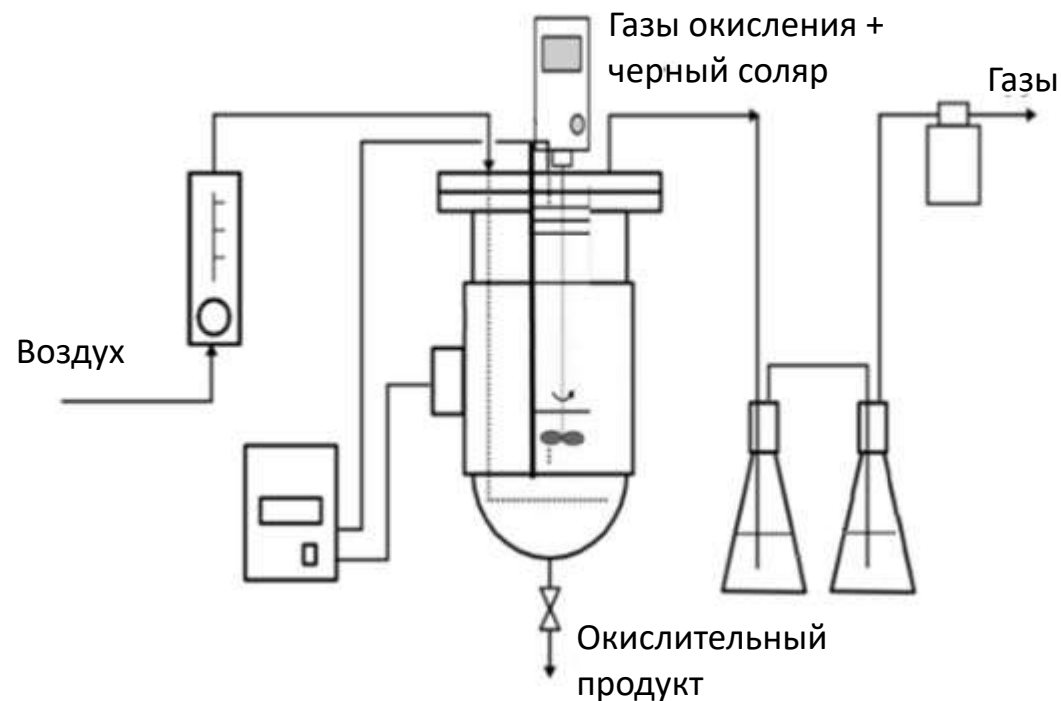
15 Фракционный состав Базовый проект

Поток	НК	5%	10 %	30 %	50 %	70 %	90 %	95 %	КК
ТВГ	422,0	459,1	478,1	511,3	528,8	547,5	570,7	580,6	591,1
Металлизированная фракция	414,6	496,4	536,2	573,4	588,4	604,9	626,8	685,4	753,2
Гудрон	529,7	571,6	594,4	661,8	740,5	808,0	851,3	862,1	868,6

16 Разработка рецептур в ПАО «Славнефть-ЯНОС» и АО «СвНИИНП»



Реактор по технологии «БИТУРОКС»



Установка АО «СвНИИНП», имитирующая «пустотелую колонну»

17 Пилотная база ПАО “Славнефть-ЯНОС”



Пилотная установка “Битурокс”



18 Отчет о проделанной работе АО «СвНИИНП»

Заключение

По итогам выполненных работ данного этапа установлена:

1. Возможность получения на лабораторной окислительной установке АО «СвНИИНП», имитирующей «пустотелую колонну», по технологии «прямого окисления» следующих марок битумных вяжущих текущего ассортимента из сырьевых промышленных компонентов текущего качества:

- марок 100/150, 70/100, 50/70 по EN 12591 из сырья представленного качества (гудрон ВТ-6, ВТ-3, КМ-2, МФ ВТ-6);
- марки БН 90/10 из сырья представленного качества (гудрон ВТ-6, ВТ-3, КМ-2, МФ ВТ-6);
- марки БН 70/30 из МФ ВТ-6 или гудрона ВТ-3 с введением пластификатора не менее 5% ТВГ или ЭСОМ;
- марки БНК 115/15 из гудрона ВТ-3 или смеси гудронов ВТ-3/КМ-2;
- марки БНК 40/180 из гудрона КМ-2, МФ ВТ-6, смесового сырья разного состава;
- марки БНК У 45/190 с индексом пенетрации $\geq 1,0$ из маловязкого смесового сырья (50% гудрон ВТ-6 + 50% ТВГ ВТ-6);
- марок БНК 45/190, БНК У 45/190 с индексом пенетрации в диапазоне 0,0-1,0 из смесового сырья разного состава (гудрон ВТ-6+ТВГ ВТ-6, гудрон ВТ-3+ТВГ ВТ-6, МФ ВТ-6+ТВГ ВТ-6) или на 100% гудроне КМ-2;
- марки БНД 60/90 ГОСТ 22245 из гудрона КМ-2 или МФ ВТ-6;
- марки БНД 90/130 ГОСТ 22245 из МФ ВТ-6 или смесового сырья разного состава (гудрон ВТ-6+ТВГ ВТ-6, МФ ВТ-6+МФ ВТ-3, гудрон ВТ-3+ЭСОМ);
- марки БНД-У 100/130 ТУ 0256-001-500945912-2002 из смесового сырья разного состава (гудрон ВТ-6+30% ТВГ ВТ-6, гудрон ВТ-3+25%ЭСОМ, МФ ВТ-6+30% МФ ВТ-3, МФ ВТ-6+15% ТВГ ВТ-6, МФ ВТ-6+ 15% ЭСОМ);
- марки БНД 70/100 ГОСТ 33133 из гудрона КМ-2 или МФ ВТ-6 и смесового сырья разного состава;
- марки БНД 100/130 ГОСТ 33133 из МФ ВТ-6 с условной вязкостью менее 50 секунд, смесового сырья (МФ ВТ-6 + 30% МФ ВТ-3, гудрон ВТ-6+30% ТВГ ВТ-6, гудрон ВТ-3+25% ТВГ ВТ-6, МФ ВТ-6+15% ТВГ ВТ-6);

4.6 Дорожные битумы марок БНД 50/70, БНД 70/100, БНД 100/130

Результаты исследований по маркам БНД 50/70, БНД 70/100, БНД 100/130 ГОСТ 33133 приведены в таблицах 20-22.

С экономической точки зрения наиболее привлекательно получать битум БНД 70/100 по ГОСТ 33133 окислением гудрона КМ-2 или МФ ВТ-6 (текущего уровня качества) с минимальным запасом качества по показателям «Глубина проникания иглы при 0 °С», «Растяжимость при 0 °С».

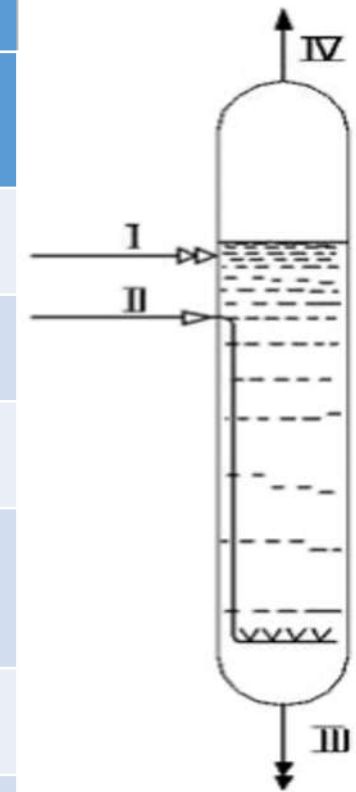
Для получения битума БНД 100/130, соответствующего требованиям ГОСТ 33133 по основным и дополнительным показателям, требуется сырье окисления с условной вязкостью около 40 секунд. Окислением смесового сырья (70% МФ ВТ-6 + 30% МФ ВТ-3 или 70% гудрон ВТ-6+30% ТВГ ВТ-6) возможно получение марки БНД 100/130, соответствующего требованиям ГОСТ 33133 по основным и дополнительным показателям.

19 Разработка рецептур получения кровельных битумов

Наименование показателя	Норма на марку			Состав сырья					
	БНК 45/190 по ГОСТ 9548	БНК-У 45/190 по СТО 00149765011-2019	БНК 115/15 по СТО 00149765-006-2013	100 % МФ ВТ-6 БНК 115/15	85% МФ ВТ-6 15% ТВГ ВТ-6	70% гудрон ВТ-6 + 30% ТВГ ВТ-6	75 % гудрон ВТ-3 + 25 % ТВГ ВТ-6	70% МФ ВТ-6+ 30 % ТВГ ВТ-6 БНК-У 45/190	50% гудрон ВТ-6 + 50% ТВГ ВТ-6
Условная вязкость сырья окисления при 80 °С, с	-	-	-	46	31	43	42	14	14
1. Глубина проникания иглы, при 25 °С, 0,1 мм	160-220	165-215	110-119	115	188	188	205	200	175
2. Температура размягчения по кольцу и шару, °С	40-50	40-50	10-25	24	41	42	41	46	44
3. Растворимость, %	не менее 99,5			99,7	99,7	99,8	99,7	99,8	99,7
4. Изменение массы после старения, %	не более 0,8		Не более 0,5	0,34	0,1	0,1	0,14	0,4	0,2
5. Глубина проникания иглы при 25 °С в остатке после прогрева, % от первоначальной величины	не менее 60		-	-	73	67	73	70	64
6. Температура вспышки, °С	не ниже 240	не ниже 250	Не ниже 240	276	>280	>280	>280	278	>280
7. Растяжимость при 25 °С, см	-	-	Не ниже 1,0	3,1					
9. Массовая доля воды	Следы				Отсутствие				
10. Индекс пенетрации	От 0,0 до 2,5	От 0,0 до 2,5	-	-	0,1	0,6	0,5	2,3	1,8

20 Опытный пробег по получению БНК-У 45/190 и БНК 45/190 в ПАО «Славнефть-ЯНОС» (колонна К-9)

Наименование показателя	Нормы для БНК-У 45/190 (Для БНК 45/190) ТВГ+МФ	Март, 2023 г.						
		04.03	04.03	05.03	06.03	07.03	08.03	09.03
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25°C	165-215 (160-220)	82	102	171	181	187	145	172
Температура размягчения, °C	40-50 (40-50)	53	53	44	44	42	47	46
Изменение массы образца после старения, %	не более 0,80 (не более 0,80)	0,52	0,48	0,46	0,46	0,50	0,44	0,51
Глубина проникания иглы при 25 в остатке после прогрева, %	не менее 60 (не менее 60)	-	-	70	73	65	74	75
Температура вспышки, °C	не ниже 250 (не ниже 240)	269	-	273	273	275	271	267
Индекс пенетрации	0-2,5	0,87	1,6	0,87	1,1	0,5	1,2	1,6
Содержание парафина, %	не более 4,0 (не более 5,0)			2,21				
Растворимость, %	не менее 99,5 (не менее 99,5)	99,84						



Колонна К-9
 I - сырье, II - воздух,
 III - битум, IV - газы
 окисления

21 Опытный пробег по получению БНК 115/15 в ПАО «Славнефть-ЯНОС» (колонна К-10)

Наименование показателя	Нормы для БНК 115/15 СТО МФ	Апрель, 2023 г.									
		07.04.	08.04.	09.04.	10.04.	11.04.	12.04.	13.04.	14.04.	15.04.	16.04.
Условная вязкость сырья окисления при 80 °С, с	-	23	21	23	29	33	46	38	44	49	38
Глубина проникания иглы, 0,1 мм при 25°С	10-25	21	21	24	15	20	15	13	13	15	13
Температура размягчения, °С	110-119	111	114	115	121	104	113	118	123	115	121
Растяжимость при 25 °С, см	не менее 1,0	2,5	2,7	3,1	2,8	3,3	2,6	2,4	2,7	2,8	2,5
Изменение массы после прогрева, %	не более 0,5	0,32	0,35	0,34		0,36	0,29	0,24	0,26	0,28	
Температура вспышки, °С	не менее 240	292	280	276	278	280	278	280	284	284	286
Содержание воды, %	Следы	следы									
Растворимость, %	не менее 99,5	99,77						99,74			

22 Улучшение качества БНК-У 45/190 из продуктов Deep Cut

Показатель (норма)	Период производства	
	Май 2022 –октябрь 2022	Май 2023 –октябрь 2023
Состав сырья	МФ ВТ-3 90% Гудрон ВТ-3 10%	МФ ВТ-6 (70-82%) ТВГ ВТ-6 (30-18%)
Условная вязкость сырья, с	14,4	16,3
Температура размягчения, °С (40-50)	42,8	44,0 (+1,2)
Глубина проникания иглы при 25 °С, % (165-215)	190	190
Индекс пенетрации (0-2,5)	0,9	1,3 (+0,4)
Глубина проникания иглы при 25 °С в остатке после прогрева, % (не менее 60)	61	70,6 (+9,6)
Изменение массы образца после старения, % (не более 0,80)	0,75	0,56 (-0,19)
Температура вспышки, °С (не ниже 240)	268	272 (+4)

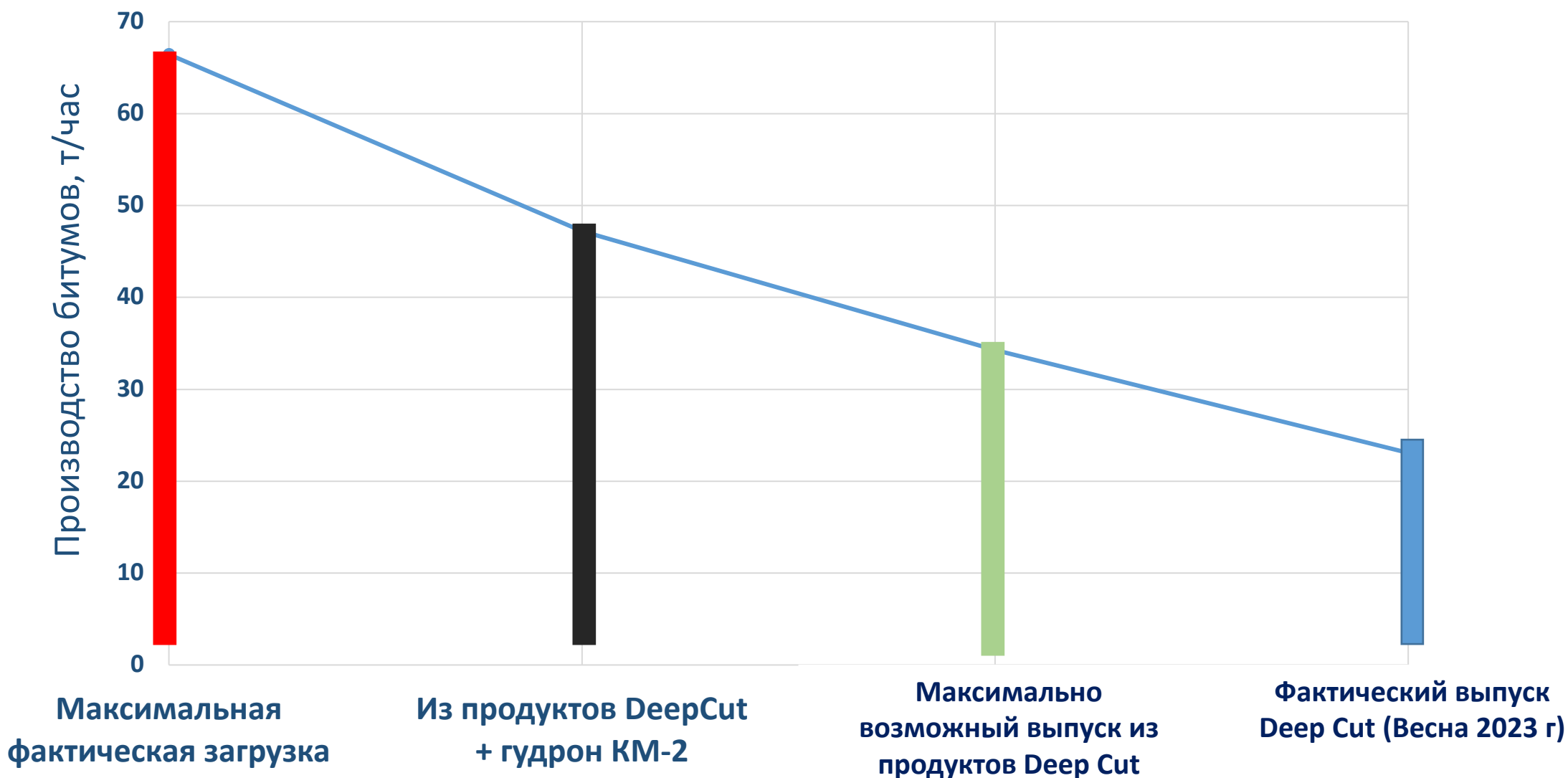
23 Рецептуры получения дорожных битумов по исследованиям ПАО "Славнефть-ЯНОС"

Марка битума	Стандарт требования качества	Новые рецептуры
БНД 100/130	ГОСТ 33133-2014	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (65%/35%) 2. Гудрон ВТ-3 + гудрон КМ-2 (70%/30%)
БНД-У 100/130	ТУ 0256-001-500945912-2002	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (60%/40%) 2. МФ ВТ-3 + Гудрон КМ-2 (30%/70%) 3. МФ ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (90%/10%)
100/150	EN 12591:2009	<ol style="list-style-type: none"> 1. МФ ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (90%/10%) 2. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (70%/30%)
БНД 90/130	ГОСТ 22245-90	<ol style="list-style-type: none"> 1. МФ ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (90%/10%) 2. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (70%/30%) 3. Гудрон ВТ-3 + ТВГ ВТ-6 (75%/25%) 4. Гудрон КМ-2 + МФ ВТ-3 (75%/25%)
БНД 70/100	ГОСТ 33133-2014	<ol style="list-style-type: none"> 1. МФ ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (90%/10%) 2. Гудрон ВТ-3 + ТВГ ВТ-6 (75%/25%) 3. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (70%/30%) 4. Гудрон КМ-2 + ТВГ ВТ-6 (80%/20%)
70/100	EN 12591:2009	
БНД 60/90	ГОСТ 22245-90	<ol style="list-style-type: none"> 1. МФ ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (95%/5%) 2. Гудрон ВТ-3 + МФ ВТ-6 (55%/45%) 3. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (70%/30%) 4. Гудрон ВТ-3 + ТВГ ВТ-6 (75%/25%)
50/70	EN 12591-2009	<ol style="list-style-type: none"> 1. МФ ВТ-6 (100%) 2. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (70%/30%)
БН 90/10	ГОСТ 6617-76	1. Гудрон ВТ-6 + ТВГ ВТ-6 (75%/25%)
БН 70/30		2. Гудрон ВТ-3 + Экстракт КМ-2 (80%/20%)

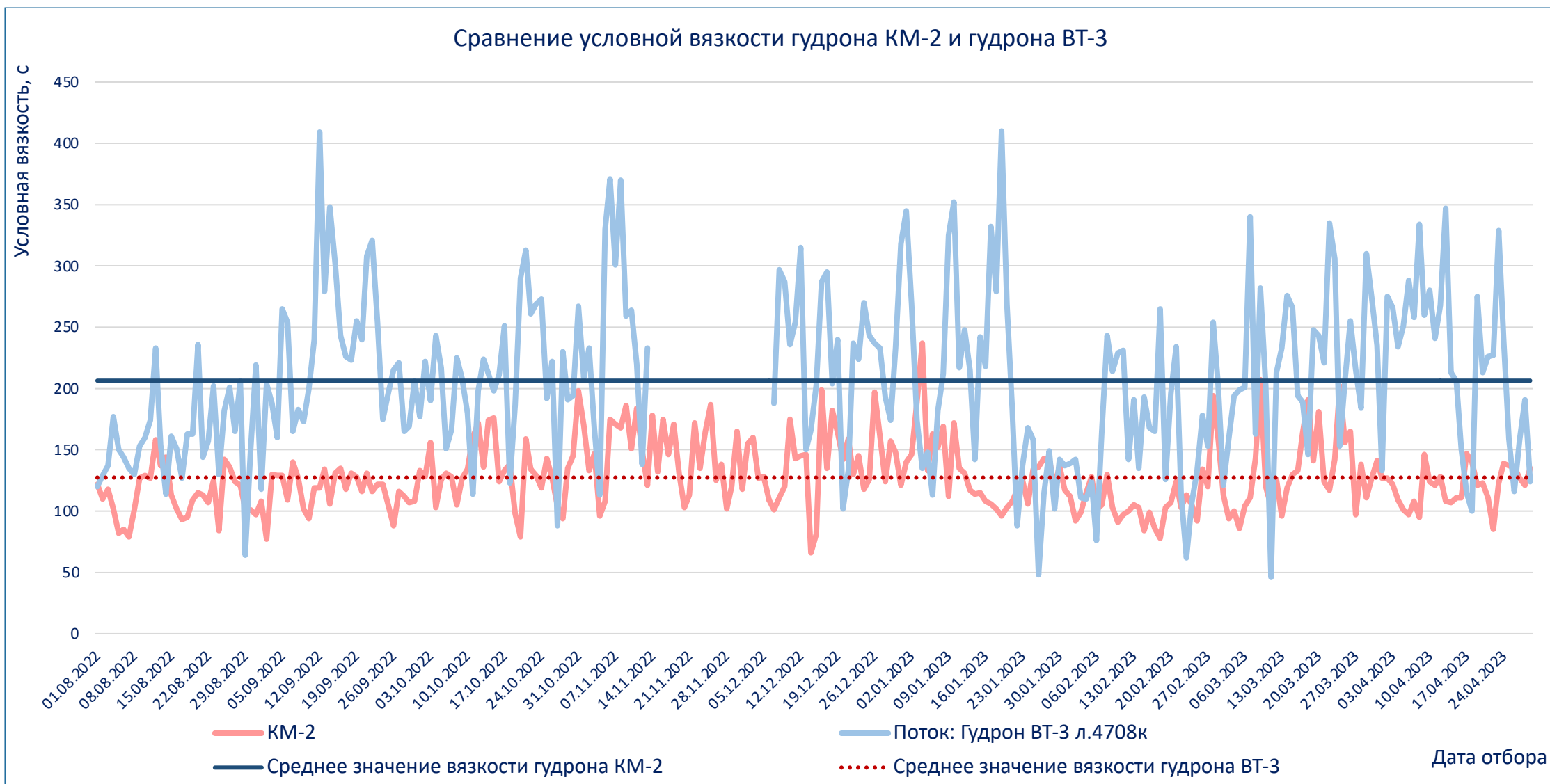
24 Опытный пробег по получению дорожных битумов в ПАО «Славнефть-ЯНОС» (реактор «Битурокс»)

Марка битума	Дата	Рецептуры	Режим получения	Выход партий
БНД 100/130 ГОСТ 33133-2014	25.04.23 – 09.05.23	Мф ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (90%/10%) R-001 Загрузка 11 т/ч	ВУ ₈₀ МФ ВТ-6 36-45 сек. ВУ ₈₀ Экстракт КМ-2 4,5 сек. ВУ ₈₀ сырьевой смеси 25-34 сек. Т _{окис} = 225±2 °С; F _{уд. Возд} = 100-125 кг/т	10 из 16 (62,5%)
БНД-У 100/130 ТУ 0256-001-500945912-2002				1 из 16 (6,25%)
БНД 70/100 ГОСТ 33133-2014	18.04.23- 25.04.23	Мф ВТ-6 + Экстракт КМ-2 (95%/5%) R-001 Загрузка 11 т/ч	ВУ ₈₀ МФ ВТ-6 38-49 сек. ВУ ₈₀ Экстракт КМ-2 4,7 сек. ВУ ₈₀ сырьевой смеси 30-36 сек. Т _{окис} = 225±2 °С; F _{уд. Возд} = 100-150 кг/т	1 из 7 (14,3%)
БНД 60/90 ГОСТ 22245-90				4 из 5 (80%)

25 Выпуск битумов по разным вариантам работы



26 Условная вязкость гудронов КМ-2 и ВТ-3



ЭРМИТАЖ



Франсуа́ Огю́ст Рене́ Родён
«Вечная весна»

ЭРМИТАЖ

Франсуа Огюст Рене Роден «Вечная весна»



Сырье битумов (ТВГ + Мет. Фр)

360

520

560

580

600

640

850

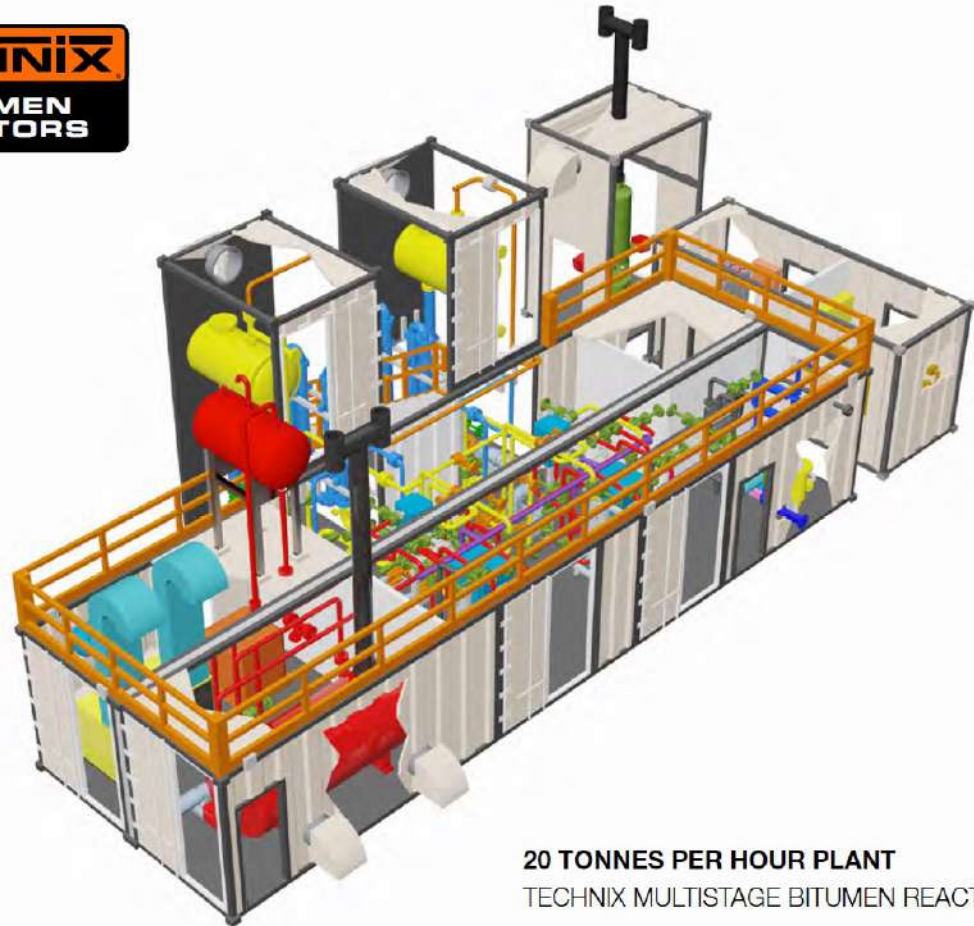
Сырье каталитического
крекинга, гидрокрекинга

Сырье УЗК
(гудрон)

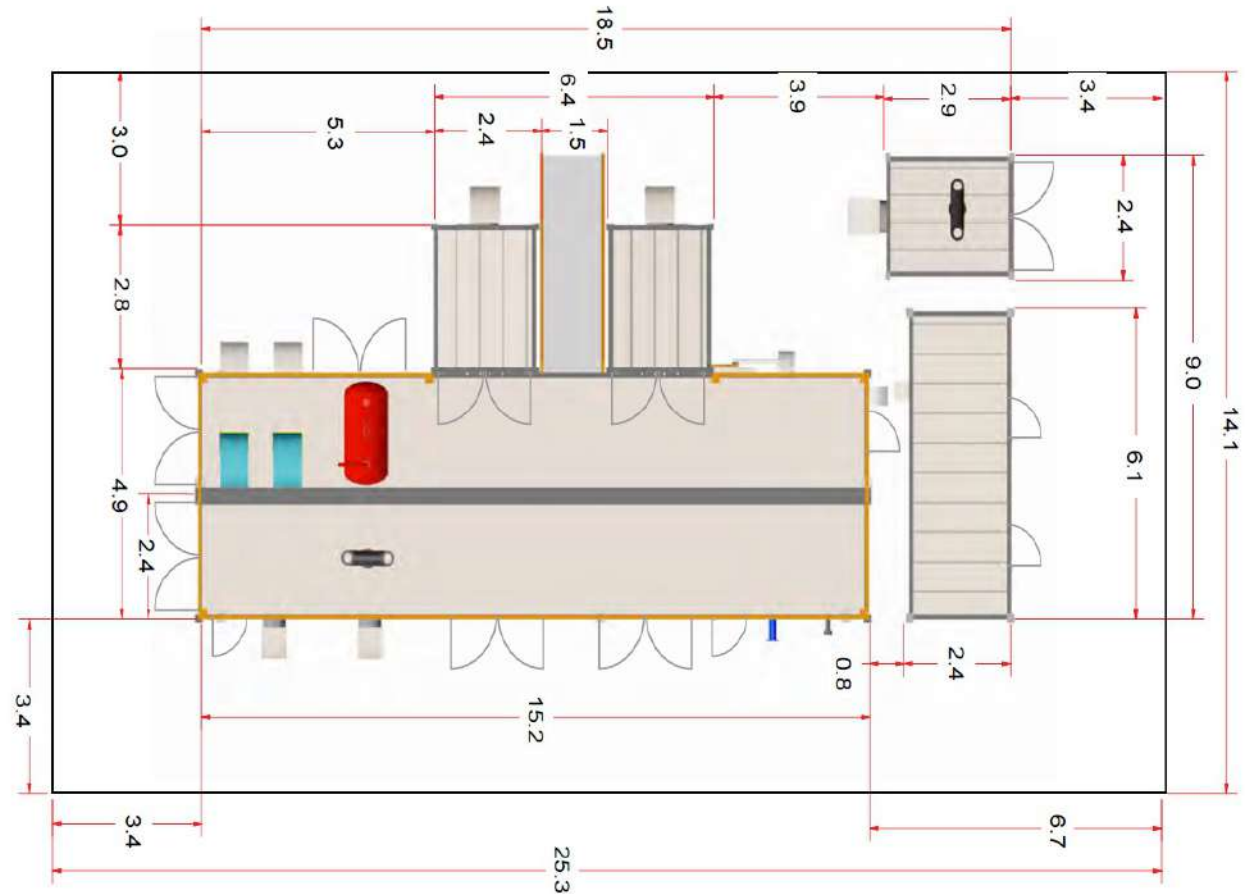
29 Выводы

1. После реконструкции установки ВТ-6 по технологии Deep Cut использование ТВГ и метфракции ВТ-6 обеспечивает получение кровельных битумов марок БНК-У 45/190, БНК 45/190 и БНК 115/15. Производство этих битумов осуществляется с момента реконструкции ВТ-6 из указанных компонентов на постоянной основе и обеспечивает более высокое качество.
2. Разработаны рецептуры получения дорожных битумов на основе компонентов «Deep Cut», однако промышленную апробацию не прошли.
3. В перспективе использование мет. фр. и ТВГ с установки ВТ-6 с возможным вовлечением гудрона КМ-2, обеспечит получение дорожных высококачественных битумов.

30 Изучение опыта использования установки Technix предназначенной для высоковязкого сырья



20 TONNES PER HOUR PLANT
TECHNIX MULTISTAGE BITUMEN REACTORS ©



31 Выпуск кровельных битумов из продуктов Deep Cut



32 Количество выпущенных битумов за 2023 г.

	План, т	Факт, т
Битум строительный	8093	7023
БН 60/90	8093	7023
Битум дорожный	23940	241917
БНД 60/90	22743	26506
БНД-У 100/130	53873	55555
БНД 70/100	162624	159855
Битум кровельный	101185	102160
БНК 115/15	52017	54090
БНК-У 45/190	46067	44643
БНК 45/190	3101	3426
Битум всего	348518	351101

33 Материальные балансы

	R-001			K-8			K-9			K-10		
Макс загрузка	41 т/ч			40 м³/ч			40 м³/ч			20 м³/ч		
Режим	Сейчас Макс	Простой ВТ-3	Простой ВТ-3 + гудрон КМ-2	Сейчас Макс	+ гудрон КМ-2	Простой ВТ-3 + гудрон КМ-2	Сейчас Макс	+ гудрон КМ-2	Простой ВТ-3 + гудрон КМ-2	Сейчас Макс	+ гудрон КМ-2	Простой ВТ-3 + гудрон КМ-2
Марка битума	БНД-У 100/130	БНД-У 100/130	БНД-У 100/130	БНД 60/90	БНД 70/100	БНД 70/100	БНК-У 45/190			БНК 115/15		
	БНД 60/90			БНД 70/100						БН 90/10		
Выработка за месяц:	13408	833	5483	20824	833	5483	6000	16132	16132	7600	6884	6884
Взято:												
МФ ВТ-3				6516								
Гудрон ВТ-3	10768			15204						770		
ТВГ ВТ-6							1877	4840	4840		2170	2170
МФ ВТ-6		757	757		757	757	4381	11292	11292	6988	5069	5069
Экстракт КМ-2	3217	76	1006		76	1006				169		
Гудрон КМ-2			3720			3720						