

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ КГ

Новая технология нефтепереработки углеводородов, получившая название «кавитационного гидрирования» отличается от применяемых в отрасли видов и способов тем, что радикальные преобразование молекул углеводородов производят **исключительно за счет введения в сырье промышленного объема атомарного водорода или алкильных радикалов**. Не за счет традиционной термодеструкции, использования всевозможных добавок или чего-то иного. Это - принципиальное отличие технологии. Такая организация воздействия на сырье очень эффективная, малозатратная и энергоемкая. Это направление – новая, неизведанная эра в нефтепереработке.

Атомарный водород очень активно воздействует на жидкие углеводороды, поэтому разрывает (расчленяет) большие молекулы углеводородов и из получаемых осколков создает устойчивые молекулярные структуры, но меньшего объема и, соответственно, меньшего веса. Для этой цели в реактор помещают генератор атомарного водорода. Это устройство (процесс) производит поток активных частиц (гидрид – ионов либо - алкильных групп). Одновременно, сырье, протекающее в реакторе, подвергают многократному расширению и сжатию за счет внешнего механического знакопеременного поля. Вследствие чего сырье вскипает (иначе наз. - кавитационного вскипания). Кипящее сырье в реакторе подвергают управляемому дозированному насыщению этими частицами. Кипение за счет кавитации, также более выгодный энергетический процесс, чем нагрев сырья.

В проведенных исследованиях был создан ряд концептуально различных конструкций установок серии «Поток». В конструкцию генератора вложен принцип одновременного насыщения максимальной части объема кипящего сырья активными частицами атомарного водорода (гидрид-ионами), либо алкильными радикалами. Производительность генератора определяется отношением рабочего объема кавитационных зон ко всему объему потока сырья, протекающего в полости реактора и во времени. Их развитие направляли в сторону повышения эффективности их работы. Поэтому производительность работы данного устройства напрямую зависит от геометрии и других динамических особенностей полости реактора. Из-за увеличения производительности увеличивалась глубина нефтепереработки. График зависимости производительности генераторов для каждой изготовленной и испытанной установки показан на рис. 1.

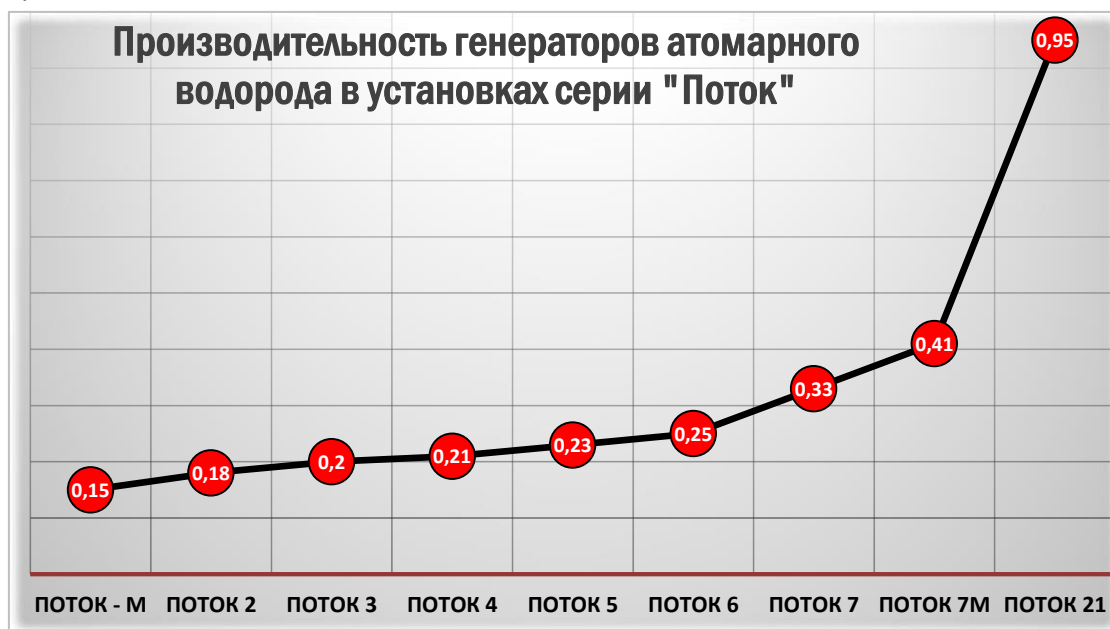


Рис. 1. Динамика роста производительности генераторов атомарного водорода в установках «Поток», полученная за 2010 – 2020 гг.

Отметим, что процесс увеличения данного показателя шел постепенно и не сразу приводил к резким, разительным свершениям. На это влияло множество новых технологических понятий, характеристик и параметров процессов, использованных в разработке методик, алгоритмов, термодинамических условий производимых реакций и материалов.

Глубина нефтепереработки – один из самых важных и известных в отрасли величин. Она показывает отношение объема извлекаемых из сырья, топливных (выкипающих до температуры 350°C) углеводородов к объему переработанного сырья. На сегодня указанная величина практически для всех, без

исключения, нефтеперерабатывающих заводов не превышает значений из интервала 0,72 – 0,74. Она характеризует первый контур производства, в котором нагретое, преобразованное сырье испаряют, конденсируют и разделяют на фракции в колонне атмосферной разгонки. Для мини заводов и небольших промышленных предприятий эта величина принадлежит интервалу (0,53 - 0,54).

Значения величины глубины переработки для каждой изготовленной и испытанной установки производилось на основе расчетных конструкционных данных и реальных данных экспериментальных испытаний с некоторыми видами сырья. Для вычисления проектных данных величины глубины переработки в установке «Поток - 21» были использованы показатели геометрии полости нового реактора.

Для этого определена глубина переработки в установках, реализующих перспективность технологии **КГ** в виде графика, представленного на рис.2.



Рис. 2. Изменение глубины переработки нефтяного сырья, полученной на установках кавитационного гидрирования серии «Поток» в 2010 – 2019 гг. Величина этого показателя для установки «Поток - 21» - проектная.

Сравнение показателей глубины переработки углеводородного сырья, полученных на установках кавитационного гидрирования: «Поток – 5, 6, 7М» и «Поток - 21» представлены в следующей табл. 12. Первая установка имела высокую глубину переработки, а в последующих установках «Поток – 2», «Поток 3 и 4» она имела более скромные показатели из-за ошибок в выборе материалов реактора. Эти недостатки были устранены в последующих установках «Поток 5,6 и 7». Правая колонка в таблице приведена с прогнозными данными для работы новой установки «Поток 21».

#### ГЛУБИНА ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ

Табл. 1.

№ п/п	Сырье	Содержание дистиллятов в сырье, %	Содержание дистиллятов в продукте переработки, %	Разница, раз	Поток 5	Поток 6	Поток 7М	Поток 21 (проект)
1.	Мазут М100	5,6	41,3	в 7-8 раз	Не было	20,3 - 41,3	Не было	75
2.	Высоковязкая нефть	6 - 12	12,2 – 19	> 2	Не было	12,2 - 19	27,9 – 37,0	93 - 95
3.	Тяжелая нефть	22,6%	27,6	на 122%	Не было	Не было	29,2 - 45,0	80
4.	Пиролизное масло	23,6%	39,4	> 2	39,4	46,6	Не было	70 - 85
5.	Средняя нефть	34%	71,9	> 2	71,9	79,2	Не было	93 - 95
6.	Конденсат газовый	77%	98	на 21%	Не было	Не было	Не было	98 - 99
7.	Дизельное топливо	76%	97	на 21%	Не было	Не было	Не было	97 - 98
8.	Бензин – сырец, ОЧ.	72	86	на 14 ед.	72 - 86	Не было	72 - 90	72 - 95

В данной таблице приведены экспериментальные данные о преобразованиях нефтяных углеводородах, проведенные с 8 видами используемого сырья из 16 источников на указанном оборудовании. Оборудование, указанное в подписях к рис. 1 и 2, различается между собой конструкциями, строением реакторов, системами гидродинамики, наблюдения и управления. Эффективность устройств различается в несколько раз. Более детальное описание технических характеристик последних установок приведено в следующей таблице.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТАНОВОК «ПОТОК 7М» И «ПОТОК 21»**

ТАБЛ. 2.

Наименование характеристики, ед. изм.	ПОТОК – 7М (1,0 м <sup>3</sup> /час)	ПОТОК 21 (2 м <sup>3</sup> /час)
Производительность установки, л/мин	15 - 16,0	20 - 22,0
Затрачиваемый объем сырья, кг/мин	15 - 16	20,0 – 22,0
Производительность, м <sup>3</sup> /час	<b>1,1 – 1,15</b>	<b>2,0 -2,15</b>
Объем реакторов, л	3x7,8 = 22,2	9,75
Производительность генератора, отн. ед	<b>0,41 – 0,45</b>	<b>0,93 – 0,95</b>
Рабочее давление в реакторе, МПа	0.09 – 0,18	0.09 – 0,18
Рабочая температура в реакторе, °С	20-50	30-50
Общий вес установки, не более, кг	<b>180</b>	<b>160</b>
Давление газа в реакторе, МПа	0,09 – 0,1	0,09 – 0,1
Акустическая мощность излучателей, кВт	4 × 1,0	2 × 3,0
Потребл. электр. мощность, кВт/час	<b>15,6</b>	<b>7,15</b>
Фиксируемые параметры процесса на системе «Контроль»	Температуры, давления, мощность излучения, расходы сырья, газа и продуктов.	Температуры, давления, мощность излучения, расходы сырья, газа и продуктов.
Система контроля и управления механоакустическими полями	Ручная/автоматическая, 2 процессора, на базе РХI –технологий	Ручная/автоматическая, 2 процессора, на базе РХI –технологий
Сырье:	Нефть, высоковязкая нефть, крекинг – остатки, мазут М100.	Нефть, высоковязкая нефть, мазут М100,
Продукт переработки	Газ (пропан – бутан, смесь легких углеводородов).	Смесь топлив.
Режим работы и обслуживающий персонал	Непрерывн, циклич, 2 оператора.	Непрерывн, циклич, 1 оператор.

В данном описании приведены основные способы оценки эффективности технологии кавитационного гидрирования углеводородов. Скорейшая реализация проектных решений завершит десятилетние исследования технологии и приведет ее в завершающую фазу при наличии необходимого оборудования и средств. Показанные рисунки и таблицы ярко и однозначно подчеркивают правильность действий в совершенствовании выбранной технологии, построения и развития необходимых технических средств.

Надеюсь на взаимопонимание.

Академик УАН,  
**А.В. Войтович**  
 10.02-2020