

**ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ УНИФИЦИРОВАННЫХ НЕФТЯНЫХ ОТСТОЙНИКОВ
С ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЖИДКОСТИ, РАЗРАБОТАННЫХ
НПП "КОНТЭКС"**

А.В. Берман, В.А. Назаров, Г.М. Трофимов
(ОАО "Оренбургнефть"),
Л.Г. СОКОЛОВ
(ОАО "Гипровостокнефть"),
Е.Ф. Шабашев
(ООО "НПП "Контэкс")

Промысловое обезвоживание нефти — один из важнейших технологических процессов добычи нефти, в котором наиболее широко реализуется тепло-химическое разделение фаз нефтяных эмульсий способом динамического отстаивания.

Несмотря на кажущуюся простоту конструкций отстойных аппаратов, процессы, происходящие в них, довольно сложны и многообразны и в определенной степени недостаточно изучены.

Во всем многообразии конструкций отстойных аппаратов условно можно выделить два типа - отстойники с вертикальным движением (ОВД) потоков дисперсионной (нефти) и дисперсной (воды) сред и отстойники с горизонтальным направлением движения разделяемых фаз (ОГД).

Сравнительными промышленными испытаниями отстойников [1], проведенными в НГДУ Юганск-нефть (плотность нефти 0,877 г/см³) на ступени глубокого тепло-химического обезвоживания, показано преимущество отстойников с вертикальным направлением движения разделяемых фаз, когда ввод эмульсии осуществляется в слой дренажной воды. Было установлено, что основное влияние на эффективность разделения эмульсии оказывает промежуточный слой концентрированной эмульсии, находящийся на границе раздела фаз "нефть-вода" [2].

В промежуточном слое отчетливо просматриваются два подслоя: высокообводненный (концентрированный) подслой на границе раздела фаз и расположенный выше него подслой с изменяющимся водосодержанием.

В высокообводненном подслое содержание дисперсной фазы достигает 90 %. В этом подслое завершаются процесс коалесценции укрупненных капель воды и ее выделение из нефтяной фазы.

В подслое с изменяющимся водосодержанием обводненность меняется по высоте примерно от 40... 50 % в нижней части до 8... 10 % на границе подслоя и нефтяной фазы. Именно в этом подслое развивается процесс коалесценции капель воды до критического размера, при котором они способны осаждаться под действием сил тяжести в противотоке дисперсионной (нефтяной) фазы.

Промежуточный слой представляет собой "кипящий" коалесцирующий фильтр, высота которого зависит от обводненности сырья, температуры, качества обработки демульгатором и от производительности. Общая высота промежуточного слоя с повышением обводненности поступающего сырья возрастает почти линейно [2].

Повышение эффективности использования промежуточного слоя в качестве коалесцирующей "насадки" достигнуто в отстойниках разработки НПП "Контэкс" — БУОН (блочных унифицированных отстойниках нефти) путем применения в них систем гидростатического распределения потока, что позволило улучшить организацию разделения фаз нефтяных эмульсий в отстойнике за счет:

- уменьшения объема застойных зон или их ликвидации;
- подготовки эмульсии к разделению непосредственно в аппарате;
- распределения эмульсии по всей поверхности раздела фаз;
- снижения скорости входа обезвоживаемой нефти в промежуточный слой;
- безнапорного отделения свободной воды;
- исключения влияния свободного газа на процесс разделения фаз;
- вывода отделившегося газа из аппарата с нефтью без образования пробок в трубопроводе.

На рис. 1 приведена конструктивная схема отстойника БУОН. Отстойник имеет корпус 1 со штуцерами ввода эмульсии 2, штуцером вывода нефти 3, к которому подсоединен маточник с перфорированными патрубками 4, и штуцерами вывода воды 5 с торцов аппарата, а также штуцером регулятора раздела фаз 6.

СБОР, ТРАНСПОРТ И ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

Для уменьшения объема застойных зон и равномерного распределения обезвоженной нефти по поверхности раздела фаз внутри корпуса вдоль его оси установлен короб 7 с продольными перегородками 8. В нижней части боковых стенок корпуса и перегородок 8 выполнены окна (соответственно 9 и 10). Над окнами 9 корпуса 7 расположена система распределительных лотков 11.

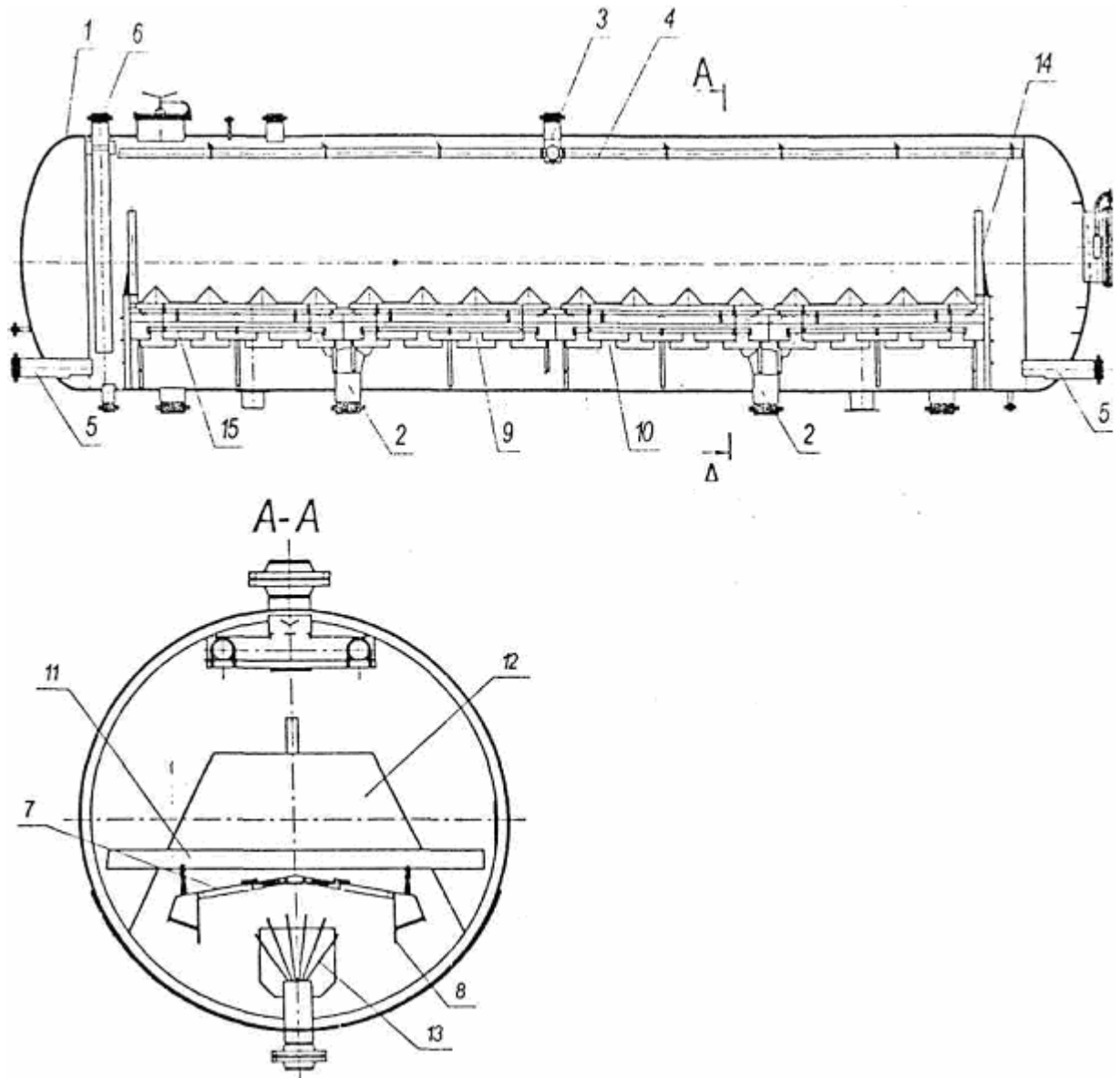


Рис.1 Конструктивно-технологическая схема отстойника БУОН

Лотки выполнены в виде уголков и установлены на подвижных балках, расположенных вдоль стенок корпуса с возможностью вертикального перемещения, что позволяет регулировать горизонтальность установки лотков в аппарате перед его введением в эксплуатацию.

Эти технические решения обеспечили также снижение скорости входа обезвоженной нефти в промежуточный слой. Так, в отстойнике объемом 200 м расстояние между лотками составляет 45 см, количество их — 40 шт., а расстояние от переливных кромок лотка до раздела фаз порядка 10...20 см. При этом через кромку лотка длиной 3 м теоретически перетекает до 10 л/с нефти при производительности аппарата 6300 м³/сут, т. е. толщина струи, спадающей с кромки лотка, не превышает нескольких миллиметров, и при дроблении ее в воде образуются не крупные каши нефти, не оказывающие сильного ударного воздействия на промежуточный слой.

С целью предупреждения влияния свободного газа на процессы обезвоживания нефти в промежуточном слое крышка корпуса 7 выполнена выпуклой и составлена из двух подъемных створок. Это обеспечивает доступ к стенкам емкости при освидетельствовании состояния аппарата в процессе его эксплуатации.

СБОР, ТРАНСПОРТ И ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

Для выхода газа из под короба 7 на его торцевых стенках 12 выполнены окна, сообщающиеся с патрубками 14. Кроме того, в штуцере 3 вывода нефти установлено местное сопротивление, изготовленное в виде конической втулки, обращенной вверх меньшим основанием. В стенках штуцера 3 сделаны отверстия над кромкой основания конической втулки.

С целью снижения скорости ввода эмульсии подача ее в аппарат рассредоточена путем установки двух или трех штуцеров (аппарат 100 и 200 м³, соответственно), при этом на штуцерах 2 ввода эмульсии установлены пакеты пластин 13, делящие сечение короба на равновеликие части для создания благоприятной гидродинамической обстановки пол коробом. Короб 7 снабжен системой 15 регулирования высоты окон 9, так же как и система регулирования распределительных лотков 11.

Эффективность отстойников БУОН изучена при промышленной эксплуатации в режиме предварительного и глубокого обезвоживания нефти.

Наиболее представительный опыт эксплуатации отстойников БУОН получен на ступени глубокого термохимического обезвоживания нефти Покровской установки подготовки нефти НГДУ Бузулукнефть ОАО "Оренбургнефть".

На эту установку поступают сероводород-содержащие нефти из залежей Покровского, Сорочинско-Никольского, Родинского, Союзного и Малаховского месторождений. Нефть имеет следующие физико-химические свойства: плотность при 20 °С — 0,830...0,896 (средняя 0,86 г/см³), вязкость 11,5 мПа·с, содержание смол силикагелевых — 4,36... 19,09 %, асфальтенов — 1,28...6,20 (среднее 2,3), парафинов — 3,37...6,70 (среднее 4,1). Эта нефть относится по своим характеристикам к среднему типу. На установку поступает нефть обводненностью 70...80 % с содержанием сульфида железа до 50 г/л. Эмульсия обрабатывается деэмульгатором диссоль-ван-4490 с расходом 80 г/т.

На ступень глубокого обезвоживания нефть поступает после предварительного сброса воды с остаточной обводненностью 5...25 % при температуре 60 °С. На этой ступени в эксплуатации находятся 5 отстойников типа ОВД объемом 200 м³ каждый с промысловым изготовлением распределителей жидкости.

Отстойник БУОН перед вводом в эксплуатацию в 1989 г. испытывался при производительности от 1000 до 9000 м³/сут, т. е. теоретическая скорость фильтрации нефти через промежуточный слой изменялась в пределах 0,2... 1,8 м/ч, что соответствует работе промежуточного слоя в режиме медленной фильтрации.

По мере увеличения производительности БУОН отстойники ОВД-200 отключались в резерв.

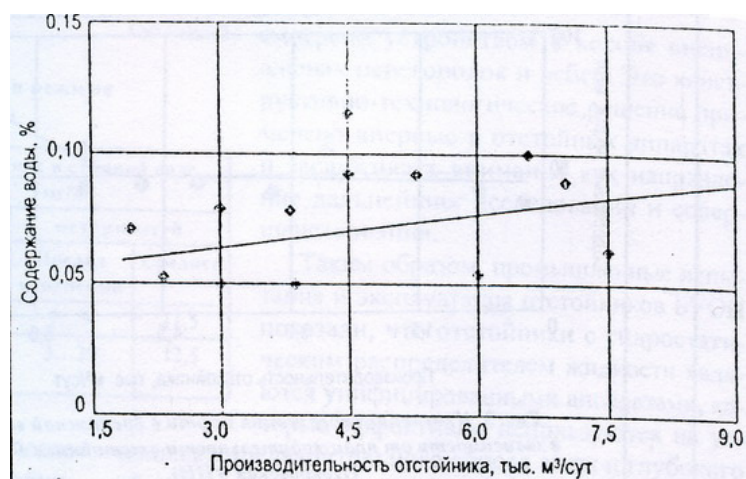


Рис.2 Изменение содержания остаточной воды в нефти в зависимости от производительности отстойника БУОН (Покровская УПН)

На рис. 2 приведена зависимость остаточного содержания воды в нефти от производительности отстойника. С увеличением производительности содержание воды в нефти изменяется от 0,05 до 0,10 %. Необходимо отметить, что эти результаты получены при нормальном режиме работы ступени предварительного сброса. В процессе испытаний наблюдался срыв работы этой ступени. В этот период выявлены особенности работы отстойника, которые были зафиксированы, когда в отстойник поступала нефть из резервуара предварительного сброса в процессе его зачистки (заполнения водой с откачкой нефти и промежуточного слоя в процесс глубокого обезвоживания), как меры восстановления нормального режима работы УПСВ. В отстойнике, теоретическая скорость вертикального движения эмульсии в нефтяной зоне которого составляла 1,2 м/ч (производительность 6000 м³/сут), на границе раздела фаз наблюдалось накопление слоя,

СБОР, ТРАНСПОРТ И ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

содержащего повышенное количество сульфида железа, представлявшего собой пастообразную массу. По мере откачки нефти из резервуара предварительного сброса (объем 5000 м³) величина этого слоя росла, при этом нефть на выходе из отстойника содержала следы воды, т. е. глубина обезвоживания существенно возросла.

Резкое ухудшение качества нефти произошло только тогда, когда вязкий сульфидсодержащий слой достиг выходного распределителя, после чего отстойник был остановлен на зачистку.

Таким образом, установлено, что отстойник БУОН способен задерживать в промежуточном слое механические примеси (сульфид железа), содержащиеся в нефти. Причем при определенных режимах это улучшает обезвоживание нефти и, в отдельных случаях, может рассматриваться в качестве мероприятия, предупреждающего образование в больших объемах ловушечной нефти, вовлечение которой в подготовку вызывает в большинстве случаев технологические осложнения.

Работа отстойника БУОН на ступени глубокого обезвоживания оценивалась и по качеству дренируемой воды. На рис. 3 приведена зависимость качества дренажной воды по содержанию эмульгированной нефти от производительности отстойника. В дренажной воде содержание нефти устойчиво находится на уровне в среднем 50 мг/л в диапазоне изменения производительности от 2000 до 5000 м³/сут.

При увеличении производительности до 6500 м³/сут содержание нефти в воде возросло до 70 мг/л. Содержание механических примесей в дренажной воде было невысоким 2... 13 мг/л. Однако наблюдались редкие кратковременные (1...2 мин) изменения качества дренируемой воды: содержание нефти увеличивалось до 190 мг/л, механических примесей - до 38,6 мг/л.

В процессе испытаний отстойника БУОН четыре действующих отстойника были отключены. Анализ и предшествующей работы показал, что в нефти после этих отстойников содержалось в среднем 0,22 % воды при средней производительности каждого отстойника 1500 м³/сут.

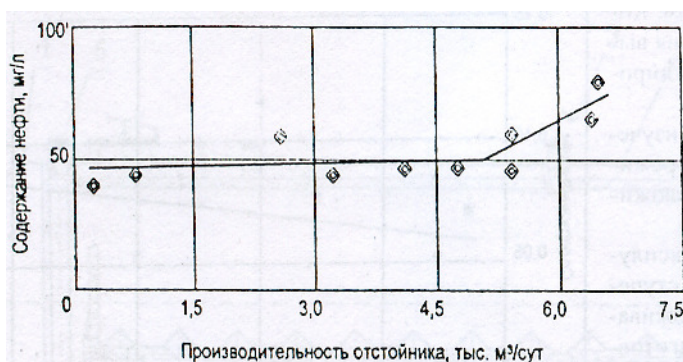


Рис.3 Изменение содержания нефти в дренажной воде в зависимости от производительности отстойника БУОН (Покровская УПН)

В настоящее время производительность Покровской УПН возросла и на ступень глубокого обезвоживания поступает 15... 17 тыс. т нефти в сутки обводненностью до 10 %. В эксплуатации на этой ступени находятся следующие 6 аппаратов объемом 200 м³ каждый, снабженные различными распределительными устройствами:

- два отстойника БУОН-Г-200 с гидростатическими распределителями жидкости;
- два отстойника ОВД-200-ЦМ, каждый из которых оборудован двумя центральными маточниками;
- два отстойника ОВД-200-РП с маточниками с развитой поверхностью распределения [3].

Эффективность эксплуатации этих групп аппаратов иллюстрируется осредненными результатами ходовых анализов остаточного содержания воды и солей в нефти, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Среднее содержание воды и солей в нефти после отстойников на ступени глубокого обезвоживания Покровской УПН

Месяц 2003 г.	Шифр отстойника					
	ОВД-200-ЦМ		ОВД-200-ЦМ		ОВД-200-ЦМ	
	Содержание					
	воды, %	солей, мг/л	воды, %	солей, мг/л	воды, %	солей, мг/л
Февраль	1,07	2040	0,37	740	0,15	247
Март	1,15	2200	0,28	520	0,24	410
Апрель	1,84	3400	1,00	1940	0,38	730

СБОР, ТРАНСПОРТ И ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

Июнь	0,40	760	0,24	470	0,11	210
------	------	-----	------	-----	------	-----

Уровень раздела фаз "нефть-вода" поддерживался на отметке 1,2..1,4 м от нижней образующей аппаратов.

Из данных табл. 1 следует, что конструктивное устройство системы распределения в аппаратах существенно влияет на эффективность обезвоживания нефти.

Так, при простейшем распределении нефти в аппарате по центральному маточнику среднемесячное остаточное содержание воды изменялось в пределах 0,40...2,84 %. При маточнике с развитой поверхностью (древовидный маточник) эффективность обезвоживания нефти повышается и изменение обводненности ее по среднемесячным показателям составляет 0,24... 1,0 %. В отстойниках БУОН осуществляется не напорное, а гидростатическое рассредоточенное распределение нефти по межфазной поверхности "нефть—вода". Полученные результаты показывают, что остаточное содержание воды в нефти в среднем составляет 0,11 ...0,38 %.

не менее важно обратить внимание на содержание хлористых солей в обезвоженной нефти как на показатель эффективности работы отстойников. Так, по первой группе отстойников среднее содержание солей в обезвоженной нефти составляло 760... 3480 мг/л, по второй группе — 470... 1940 мг/л, а по третьей группе — 210. ..730 мг/л.

Такие показатели качества обезвоженной нефти свидетельствуют о том, что отстойники с распределителями нефти в виде маточников не устойчивы по отношению к поступлениям нефти с повышенным (залповым) содержанием воды. Отстойники типа БУОН в этом отношении являются более устойчивой аппаратурой.

Промышленные испытания отстойников БУОН-200 производились и на установке предварительного сброса воды.

На установку поступала сборная нефть плотностью 850...860 кг/м³, которая по своим физико-химическим свойствам является типичной сероводородной нефтью, добываемой из угленосных отложений Урало-Поволжья. Суммарное содержание смол и асфальтенов в нефти 7...12 %, парафина 3,7...7,8 %. Обводненность исходной эмульсии составляла 70...75 %. Температура жидкости при входе на установку — 24 °С. Деэмульгатор диссолван-4490 вводился в эмульсию перед ступенью сепарации в количестве 40. ..50 г/т.

Испытания отстойника БУОН-Г-200 проводились в двух режимах: при производительности 6,7 тыс. м³/сут и 10,0... 11,0 тыс. м³/сут по жидкости. Среднемесячные результаты испытаний приведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что в широком диапазоне производительности по жидкости (от 6,3 до 11,0 тыс. м³/сут) показатели предварительного обезвоживания нефти отстойника БУОН были достаточно высокими.

Особо следует указать на высокие показатели качества дренажной воды и их устойчивость в процессе многомесячной эксплуатации.

На отстойнике БУОН перепад давления не превышал 0,05 МПа, а на устройстве ввода эмульсии составлял всего 0,01 МПа.

Следует отметить, что зафиксировано разное количество агрегативно-устойчивой эмульсии в частично обезвоженной нефти. Так, если после отстойника ОВД-200 оно составляло 12...20 %, то после отстойника БУОН содержание агрегативно-устойчивой эмульсии в нефти было значительно ниже и изменялось в пределах 2,3 .. 8,5 %.

Таблица 2

Показатели работы отстойника БУОН в режиме предварительного сброса воды

Режим	Производительность по жидкости, м ³ /сут	Содержание воды в нефти на выходе, %		Содержание в сточной воде, мг/л		
		Предел изменений	средне	нефти	Мехпримесей	
					Предел изменений	Среднее
I	6300	4,8 .. 11,6	8,3	Следы	7 .. 9	11,5
II	11000	5,2 .. 41,0	26,2	От следов до 10	3 .. 30	12,5

Это обусловлено особенностями конструкции отстойника БУОН. В этом отстойнике технологически предусмотрено не только рассредоточенное и равномерное распределение эмульсии по всей межфазной поверхности, но и подготовка эмульсии к разделению за счет многократной смены направлений движения потоков и создания в них локальных возмущений непосредственно в водной зоне, что предусмотрено устройством в коробе специальных перегородок и ребер. Это

СБОР, ТРАНСПОРТ И ПОДГОТОВКА НЕФТИ, ГАЗА И ВОДЫ

конструктивно-технологическое решение применено впервые в отстойных аппаратах и заслуживает внимания как направление дальнейших исследований и совершенствования. Таким образом, промышленные испытания и эксплуатация отстойников БУОН показали, что отстойники с гидростатическим распределителем жидкости являются унифицированными аппаратами, которые эффективно используются на установках предварительного сброса воды и глубокого обезвоживания нефти.

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Сравнительные промышленные испытания новых отстойников / Мансуров Р. И., Еремин ИИ, Позднышев Г.И. и др. // РНТС. Нефтепромысловое дело. — 1979. — № 3.*
- 2. Еремин И.Н., Мансуров Р.И., Абызильдин Ю.М. Влияние промежуточного слоя на процесс разделения водонефтяных эмульсий // РНТС. Нефтепромысловое дело. — 1994. — № 4.*