

# ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ УРОВНЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И СНИЖЕНИЮ СЕБЕСТОИМОСТИ

**ЩЕРБИНИН А.И.**  
(ОАО «Самаранефтегаз»)

**НАЗАРОВ В.А.**  
(ОАО «Оренбургнефть»)

**СОКОЛОВ А.Г.**  
(ООО НПП «Контэкс»)

**ШАБАШЕВ Е.Ф.**  
(ООО НПП «Контэкс»)

**СОЛДАТКИН Б.И.**  
(ООО НПП «Контэкс»)

*В последнее время большое внимание всеми нефтяными компаниями уделяется вопросу увеличения или как минимум поддержания добычи нефти на достигнутом уровне при одновременном снижении себестоимости добычи и подготовки нефти. Большая часть сил и финансирования направлена именно на увеличение объемов добычи. В этих целях разрабатываются и проводятся геолого-технические мероприятия (ГТМ) и работы по повышению конечной их эффективности. Все это дает положительный эффект.*



**П**осле проведения различных мероприятий вместе с дополнительными объемами нефти резко возрастает весь объем добываемой жидкости и зачастую в несколько раз. Во многих случаях это негативно отражается на системе сбора, подготовки и транспорта нефти, как правило, рассчитанную на меньшую производительность, а ее реконструкция не может быть проведена раньше, чем получен положительный результат от проведенных мероприятий. В итоге она не всегда готова принять и переработать все дополнительные объемы, в результате чего возможны осложнения, а зачастую, и срывы в промышленной подготовке нефти, что в свою очередь ведет к остановке отдельных скважин, а порой и всего добывающего фонда скважин месторождения. Тем самым не только снижается эффект от проведенных мероприятий, но и сводятся на нет полученные результаты. Для эффективного проведения этапа поддержания или наращивания темпа добычи нефти необходима разработка стратегии разви-

тия, охватывающая весь комплекс развития месторождения, включающая в себя, кроме добычи, объекты сбора, подготовки, транспорта нефти и системы ППД. Все эти составляющие должны развиваться одинаковыми темпами, даже с небольшим опережением вспомогательного блока, который сразу должен быть готов к приему и переработке дополнительных объемов. При этом часть проводимых ГТМ должна охватывать и фонд скважин системы ППД, и системы утилизации сточной воды.

Большой экономический эффект и заметное снижение себестоимости добычи и подготовки нефти достигается развитием технологии предварительного сброса пластовых вод (предварительного обезвоживания нефти), которое непосредственно связано с совершенствованием систем промышленного сбора, подготовки и транспорта продукции скважин нефтяных месторождений. Предварительный сброс пластовой воды является частью общего процесса подготовки нефти к магистральному транспорту и очистки сточных вод,

осуществляемого в интервале «скважина – товарный парк».

С развитием системы нефтесбора тесно взаимосвязано и совершенствование аппаратов, предназначенных для отделения пластовой воды. Первоначально самым распространенным методом деэмульсации на промыслах был гравитационный отстой в вертикальных резервуарах. С появлением герметизированных систем сбора распространение получили горизонтальные напорные аппараты, позволяющие работать под избыточным давлением. По принципу действия данные аппараты можно рассматривать как гравитационные отстойники с горизонтальным или вертикальным движением основного потока.

С применением данных аппаратов подготовка подтоварной воды для системы ППД или утилизации заметно упрощается, т.к. на выходе из аппаратов она имеет высокое качество (содержание мех.примесей 10–15 мг/литр). Этот процесс отделения основного количества пластовой воды непосредственно на ДНС и последующий транспорт



малообводненной нефти обеспечивает снижение нагрузки на ЦПС и напорные нефтепроводы, уменьшает коррозионную активность перекачиваемой продукции, тем самым, снижая эксплуатационные расходы на поддержание сети трубопроводов.

Особенностью предварительного сброса воды на ДНС является возможность безнасосной откачки воды на КНС, что значительно сокращает эксплуатационные расходы. Безнасосная откачка воды на КНС возможна только при использовании в составе УПСВ напорных аппаратов водоподготовки, поэтому качество подготовки воды, стабильность и надежность работы этих аппаратов является основным критерием работы УПСВ.

Преимуществом предварительного сброса на установках подготовки нефти является, как правило, большая их производительность и непосредственная технологическая связь в пределах одной площадки с установкой подготовки нефти, концевой ступенью сепарации и товарным парком, сооружениями для очистки сточных вод.

Технологическое исполнение и принципы работы установок предварительного сброса пластовых вод главным образом зависят от существующей системы сбора

и транспорта продукции скважин, способа добычи нефти, физико-химических свойств добываемого сырья, требований к качеству выходящих продуктов.

В зависимости от физико-химических свойств сырья, стойкости нефтяной эмульсии различают следующие принципиальные решения исполнения УПСВ:

- без использования химических реагентов-деэмульгаторов;
- с использованием реагентов-деэмульгаторов для разрушения эмульсии в трубопроводах и аппаратах;
- с применением дополнительного нагрева водонефтяной эмульсии;
- с подачей рециркулирующей нефти;
- с подачей рециркулирующей воды;
- комбинированные методы.

Предварительный сброс воды без использования деэмульгаторов возможен только при деэмульсации легких, низкоэмульсионных нефтей и/или, когда к качеству выходящих продуктов не предъявляется жестких требований. Тем не менее, в составе УПСВ обычно предусматривается блок дозирования деэмульгатора, просто он может не использоваться. Деэмульгатор может также не применяться, если на УПСВ поступает нефть с обводненностью выше точки инверсии фаз, когда вода идет

свободной фазой и УПСВ служит только для отделения свободной воды.

В случаях, когда на УПСВ поступает сырье с температурой, недостаточной для нормального осуществления процесса предварительного сброса воды, применяется подогрев. Для подогрева водонефтяных эмульсий используются печи, теплообменники, различные способы рециркуляции горячей нефти или воды, если имеется такая возможность. Подогрев также необходим, если по технологическим условиям конкретного месторождения (участка) необходимо обеспечить глубокий предварительный сброс воды до остаточного ее содержания в нефти менее 5 %.

В настоящее время, в связи с тенденцией децентрализации систем сбора и подготовки нефти, с разграничением хозяйственной деятельности нефтегазодобывающих предприятий, такие условия имеются не всегда. Вследствие этого к обводненности нефти на выходе УПСВ предъявляются более жесткие требования – менее 5 %, а зачастую менее 1 %, т.е. с УПСВ требуется получать нефть товарной кондиции по остаточному содержанию воды. Необходимость глубокой степени обезвоживания с применением подогрева и дополнительного расхода деэмульгатора должна быть обоснована несколькими факторами:

- большая удаленность УПН, на которых уже имеется все необходимое технологическое оборудование; перегруженность этих объектов;
- перегруженность трубопровода УПСВ-УПН;
- наличие средств и объемов системы ППД или системы утилизации.

Нередко при принятии решения об увеличении глубины обезвоживания на УПСВ не учитываются проблемы по утилизации дополнительных объемов подтоварной воды и по необходимости проведения работ по смене насосного оборудования на ДНС и на КНС.

В этих условиях состав (набор) основного технологического оборудования УПСВ может приближаться к составу УПН. Для сокращения размеров установок, снижения объемов СМР и сроков строительства, применение совмещенных аппаратов подготовки нефти, газа и воды является приоритетным направлением. Для приме-

УПСВ	Плотность нефти, г/см <sup>3</sup>	Текущая производительность, м <sup>3</sup> /сут	Температура, °С	Содержание в нефти		Содержание в воде, мг/л	
				воды на входе, %	воды на выходе, %	мех. примесей	нефти
<b>ТФС-Л-100</b>							
Герасимовская ОАО «Оренбургнефть»	0,818	9000	20–30	70–80	0,6	–	295
Пономаревская ОАО «Оренбургнефть»	0,85	3300	18–20	17	1,6–2	–	–
Белозерская ОАО «Самаранефтегаз»	0,86	5700	18–20	68	20*	140–150	30–40
<b>ТФС-Т-100</b>							
Грековская ОАО «Самаранефтегаз»	0,83	2500	24–28	51–56	25–29*	132–150	30–50
<b>КДФ-100</b>							
Родниковская ОАО «Оренбургнефть»	0,86	2800	30	40	10	–	0–7



нения в составе УПСВ лучшими являются аппараты совместной подготовки нефти и воды. Разработкой и изготовлением аппаратов такого типа занимается ООО НПП «Контэкс», продукция которого представлена унифицированным рядом трехфазных сепараторов типа ТФСК, аппаратами типа БУОН, аппаратами подготовки воды ОВК, АГОВ, ФДК и большим ассортиментом вспомогательного оборудования, необходимого для эффективного ведения процесса сброса свободной воды и подготовки нефти (УОН – устройство обработки нефти деэмульгатором, УПЭС – устройство повышения эффективности сепарации газа от нефти, УИС – устройство интенсификации смешения реагентов).

В целях сокращения количества сепарационно-отстойного оборудования широкое применение получили трехфазные сепараторы ТФСК-Л, которые, благодаря улучшенной компоновке внутренних устройств, совмещают в себе кроме обеспечения глубокой сепарации нефти также и подготовку воды. Процессы сброса свободной воды и ее одновременной подготовки, при сравнительно большой производительности

зонтальную цилиндрическую емкость с эллиптическими днищами, рассчитанную на работу под внутренним избыточным давлением.

Для гашения пульсаций и отбора свободного газа в аппарате используется встроенное устройство ввода жидкости циклонного типа, в которой происходит выделение свободного газа. Для вывода газа из емкости служит штуцер с усовершенствованным устройством улавливания капельной жидкости, который по желанию Заказчика комплектуется газовым сепаратором СЦВ, предназначенного для глубокой очистки газового потока. При своей низкой металлоемкости он обладает высокой эффективностью сепарации.

Распределительный блок решеток и блок коалесцирующий обеспечивают равномерное распределение жидкости по сечению аппарата, что позволяет увеличить время «задержки», т.е. повысить эффективность использования всего объема аппарата одновременной интенсификацией разделения нефтяной эмульсии и окклюдированного газа.

Для увеличения глубины обезвоживания, аппарат доукомплектовывается вспомогательным устройством – депульсатором – делителем потока эмульсии (ДДП).

Для тяжелой нефти НПП «Контэкс» разработан трехфазный сепаратор ТФСК-Т, внутреннее устройство которого способно сепарировать нефть и частично обезвоживать нефть с плотностью выше 0,850 г/см<sup>3</sup>.

Применительно к условиям, в которых необходимо глубоко обезводить нефть любого типа, с большим газосодержанием или после ее нагрева, разработан трехфазный сепаратор для глубокого обезвоживания ТФСК-Г, который сочетает в себе систему гидростатического распределения потока и высокоэффективный сепарационный отсек.

К аппаратам другого типа по принципу работы и назначению относятся блочные унифицированные отстойники БУОН. Применение этого оборудования позволило сократить общее количество емкостного оборудования, например на Бариновской УПСВ ОАО «Самаранефтегаз» в три раза, даже при отсутствии какой либо автоматики. При ручном регулировании работы и неустано-



ти данных аппаратов, разработанных под конкретные физико-химические свойства эмульсии, конкретного нефтяного месторождения, достигаются высокие показатели, как по глубине обезвоживания нефти, так и по качеству сбрасываемой воды и влажности сепарированного газа.

Данные аппараты были установлены на УПСВ в ОАО «Самаранефтегаз», ОАО «Оренбургнефть», ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» и ОАО «РОСНЕФТЬ-Пурнефтегаз» в ходе их реконструкций связанных с увеличением объемов добычи нефти.

Трехфазный сепаратор НПП «Контэкс» типа ТФСК-Л представляет собой гори-

Для удобства монтажа листы с помощью шпилек объединены в профильные блоки.

При необходимости, исходя из физико-химических свойств продукции, аппараты ТФСК-Л комплектуются оригинальными системами: промывки от донных отложений и депарафинизации внутренних устройств.

Так для легкой и средней, маловязкой нефти НПП «Контэкс» разработан эффективный, высокопроизводительный трехфазный сепаратор ТФСК-Л, способный при естественной температуре сырья произвести, кроме глубокой сепарации нефти, сброс свободной воды с минимальным содержанием нефтепродуктов (10–30 мг/л).

жившемся режиме данные аппараты обеспечивают необходимый уровень показателей по обезвоживанию нефти с производительностью до 16000 м<sup>3</sup>/сут. Для получения на установке более стабильных показателей специалистами ОАО «Самаранефтегаз» разработаны мероприятия, направленные на автоматизацию и модернизацию технологической схемы установки, исходя из требований ситуации сегодняшнего дня с дальнейшей перспективой развития.

Аппарат обезвоживания нефти БУОН, поставляемый НПП «Контэкс», представляет собой отстойник с вертикальным движением потоков дисперсионной (нефти) и

Наименование установки	Плотность нефти, г/см <sup>3</sup>	Текущая производительность, м <sup>3</sup> /сут	Температура, °С	Содержание в нефти			Содержание в воде, мг/л	
				воды на входе, %	Воды на выходе, %	Солей, мг/л	Мех.примесей	нефти
<b>БУОН-П-100</b>								
Ибравская УПСВ (ОАО «Оренбургнефть»)	0,876	3000	40	60–73	0,8–1,5	–	9–16	15–18
Грековская УПСВ (ОАО «Самаранефтегаз»)	0,83	1750–1830	24–28	26–30	3,0–4,8	–	2–5	10–70
<b>БУОН-П-200</b>								
Бариновская УПСВ (ОАО «Самаранефтегаз»)	0,841	10700–16000	18–24	56–83	0,3–5,5	–	11,5	3–30
		6300*		40–50*	4,8–11,6*	–	7,9*	До 10,0*
Бобровская УПСВ (ОАО «Оренбургнефть»)	0,82	4800–5100	18–23	65	0,59	–	15–40	15–80,0
<b>БУОН-Г-100</b>								
Бобровская УПН (ОАО «Оренбургнефть»)	0,820	3000–3600	53	3,0	0,06	415	12–24	28
Гаршинская УПСВ (ОАО «Оренбургнефть»)	0,790	960	50	27,5	0,9	1400	–	38
Тананьская УПСВ (ОАО «Оренбургнефть»)	0,838	1200–1600	60	1,2–13,0	0,18–1,5 (среднее 0,28)	380	18–54	22–54 (среднее 35)
<b>БУОН-Г-200</b>								
Радаевская УПН (ОАО «Самаранефтегаз»)	0,917	2400–2700	50	5–12	0,2–0,7 (среднее 0,33)	334	21–48	36
Покровская УПН	0,853	4800	53	3,0–3,5	0,11–0,38 (среднее 0,22)	400	38–50	50

дисперсной (воды) сред, когда ввод эмульсии осуществляется в слой дренажной воды. Отстойник рассчитан на работу под внутренним избыточным давлением. Работа аппарата рассчитана на эффективность разделения эмульсии в промежуточном слое, образующемся на границе раздела фаз «нефть-вода».

Промежуточный слой представляет собой «кипящий» коалесцирующий фильтр, высота которого зависит от обводненности сырья, температуры, качества обработки деэмульгатором и от производительности.

Повышение эффективности использования промежуточного слоя в качестве «коалесцирующей насадки» достигнуто путем применения систем гидростатического распределения потока, что позволяет улучшить организацию разделения фаз нефтяных эмульсий в отстойнике за счет:

- ликвидации застойных зон;
- эффектов вихревой коалесценции;
- 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.

При ужесточающихся требованиях к подготовке воды, используемой для нагнетания в продуктивные пласты с целью поддержания пластового давления, НПП «Контэкс» изготавливает аппараты для ее подготовки до необходимого высокого качества. Разработаны и используются на УПСВ и УПН такие емкостные аппараты как АГОВ – аппарат глубокой очистки воды,

ОВК – отстойник воды, БДв – буфер – дегазатор воды и ФДК – флотатор-дегазатор воды. Флотатор комплектуется дестабилизатором водяного потока, который позволяет при малом количестве газа в воде осуществлять процесс флотации.

Все больший интерес и распространение получают модульные конструкции аппаратов. Модульность, на основании требований эксплуатационной пригодности, предполагает создание аппаратов на основании модулей, состоящих из элементов конструкции, имеющих ресурс одинакового порядка и обеспечивающих быструю, качественную и несложную сборку, разборку аппарата на ряд модулей, предварительно подогнанных и сбалансированных. Кроме этого, в комплект поставки включен полный комплекс системы автоматизации и контроля (в дополнение к имеющимся средствам визуального контроля работы аппарата), необходимый для ведения полностью автоматического и безопасного технологического процесса.

Опыт эксплуатации данных аппаратов показывает, что применение оборудования НПП «Контэкс» позволяет достигнуть большого экономического эффекта в снижении стоимости подготовки нефти за счет:

- Снижения потребности в емкостной аппаратуре в 1,5–2 раза из – за его высокой единичной производительности,
- Снижения расхода дорогостоящих деэмульгаторов на 15–20%,
- Снижения температуры ведения технологического процесса на 5–8 °С,
- Повышения технологической надежности объектов подготовки нефти благодаря устойчивой работе установок по производительности, давлению, температуре и подготовленности эмульсии к расслоению при колебаниях входных параметрах сырья.

#### СПИСОК ИСПОЛЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Еремин И.Н., Мансуров Р.И., Абызгильдин Ю.М. Влияние промежуточного слоя на процесс разделения водонефтяных эмульсий/«Нефтепромысловое дело» – 1984.
2. Берман А.В. и др. Опыт эксплуатации унифицированных нефтяных отстойников с гидростатическим распределением жидкости, разработанных ООО НПП «Контэкс»/«Нефтепромысловое дело» – 2004.
3. Голубев М.В., Миннигалимов Р.З., Усова Л.Н., Сафонов В.Е. Основы проектирования установок предварительного сброса воды при добыче обводненных нефтей./«Нефтегазовое дело», – 2006.
4. Фахретдинов Р.Н. Роль современных технологий извлечения нефти в повышении эффективности разработки месторождений ОАО «Газпром нефть»/«Нефтяное хозяйство», – 2006.
5. Тронов В.П., Амерханов И.М., Тронов А.В. и др. Выбор формы насадок промышленных аппаратов./«Нефтяное хозяйство» 1985.