

# ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ ДРЕНАЖНОЙ ВОДЫ К УТИЛИЗАЦИИ В ПЛАСТ НА НЕФТЕПРОМЫСЛАХ

**В.Х. ШАЙМАРДАНОВ**

**Е.П. МАСЛЕННИКОВ**  
**А.М. ШАЙХУЛОВ**  
**Р.Е. ПЕРУНОВ**

Профессор Камского института гуманитарных и инженерных технологий  
Зам. ген. директора по производству ОАО «Удмуртнефть»  
Гл. инженер НГДУ «Киенгоп» ОАО «Удмуртнефть»  
Гл. технолог НГДУ «Киенгоп» ОАО «Удмуртнефть»

Ижевск  
e-mail: dr.vazich@yandex.ru  
т.: 8-912-453-43-75

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

вода, очистка, подготовка, ппд, утилизация

В статье даны рекомендации по повышению эффективности очистки дренажной воды от нефтепродуктов очистки до остаточного содержания 10-21 мг/дм<sup>3</sup>

В завершающей стадии разработки нефтяных месторождений резко возрастает обводненность добываемой нефти (90% и более) при падении ее добычи. В связи с этим первоначально запроектированные технологии предварительного обезвоживания нефти и подготовки дренажных вод к утилизации в пласт оказываются недостаточно эффективными и требуют перераспределения потоков продукции скважин и корректировки объемов оборудования для ведения соответствующих нефтепромысловых процессов.

Аналогичная ситуация на установке предварительного сброса воды (УПСВ) Южно-Киенгопского месторождения ОАО «Удмуртнефть», где подвергается обработке 6000 м<sup>3</sup>/сут жидкой фазы продукции, содержащей 500 т/сут нефти обводненностью 90% масс.

Существующая технология на УПСВ позволяет сбрасывать 2880 м<sup>3</sup>/сут воды, остальная часть воды совместно с предварительно обезвоженной нефтью транспортируется на головные сооружения подготовки нефти (ГС) «Киенгоп».

Содержание нефтепродуктов в воде, утилизируемой в пласт (СВ) в среднем равнялось 40 мг/дм<sup>3</sup>. Поэтому технологические потери нефти с СВ в пласт достигали 2880х40х10<sup>-6</sup>х365 = 42 т/год.

Достигнутое качество СВ является следствием ведения технологических

процессов предварительного обезвоживания и подготовки дренажных вод к утилизации в систему ППД по схеме, оснащенной оборудованием значительных объемов, в частности:

- двух отстойных аппаратов УПС (поз. 1 и 2) объемом по 200 м<sup>3</sup> каждая, предназначенных для предварительного обезвоживания и газовой сепарации нефти;
- четырех отстойников марки ОГ-100 (№№ 2, 3, 4 и 5), эксплуатируемые, как буферные емкости насосов перекачки предварительно обезвоженной нефти на головные сооружения подготовки нефти (ГС) «Киенгоп»;
- двух отстойных резервуаров – осветлителей СВ марки РВС-2000 (№1 и №2), которые из-за коррозионных явлений часто выходят из строя с последующими большими капитальными затратами на ремонт. В отстойниках типа РВС также наблюдаются самые большие технологические потери нефти за счет ее испарения 0,28-0,32%.

Перечисленное оборудование в действующей технологической схеме УПСВ оказалось на данный момент с значительным резервом по времени ведения соответствующего процесса:

- время пребывания нефти в отстойниках УПС при нагрузке по жидкости 6000 м<sup>3</sup>/сут составляет более 6 часов;
- объем 4-х «буферных» отстойников

ОГ-100 позволяет опорожнять их насосами откачки предварительно обезвоженной нефти на ГС «Киенгоп» в течение 3 часов, что показывает возможность работы насосного оборудования и при меньших объемах буферных емкостей.

- время осветления СВ только в одном РВС-2000, при условии полного обезвоживания нефти, составляет порядка 8 ч.

Таким образом, проведенный анализ материального баланса показывает необходимость дифференцированного перераспределения поступающей на УПС потоков жидкой фазы и объемов оборудования с целью повышения эффективности очистки дренажной воды от нефтепродуктов.

На Южно-Киенгопской УПСВ эта задача выполнена следующим образом.

1. Осуществлено последовательное включение по дренажной воде УПС №1 и УПС №2. При этом в УПС №1 предусматривается предварительное обезвоживание нефти, а в УПС №2 – грубая очистка дренажной воды от нефтепродуктов методом отстаивания.
2. Один из 4-х отстойников ОГ-100, в частности, отстойник № 5, переведен по конструкции в гидрофобный фильтр [1], т.е. фильтр тонкой очистки дренажной воды от нефтепродуктов.

По данным [2] гидрофобные фильтры наиболее эффективны при толщине гидрофобного слоя равной 3 м, а в отстойнике ОГ-100, диаметр которого 3 м, толщина гидрофобного слоя достигает всего 0,5 м, поэтому

3. С целью повышения эффективности работы гидрофобного фильтра на базе отстойника ОГ-100 №5, в линии транспорта дренажной воды от УПС №2 до гидрофобного фильтра ОГ-100 №5, включен центробежный делитель фаз (гидроциклон), обладающий повышенной интенсивностью разделения водонефтяных эмульсий на составляющие фазы.

Доказательством сказанного является расчет гидроциклона по следующей методике.

При вращении дренажной воды, загрязненной нефтепродуктами, вокруг оси, помимо силы тяжести  $P_T$ , возникает центробежная сила  $P_C$ , см. рис. 1. ►

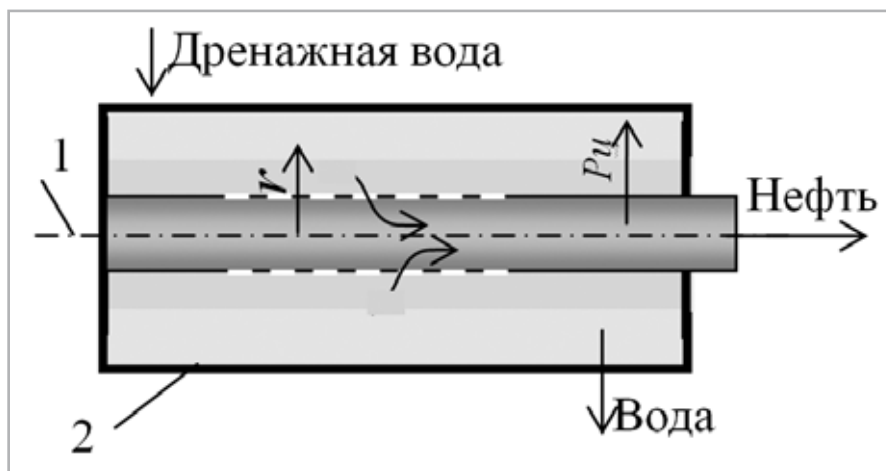


Рис. 1. Схема обезвоживания нефти под действием центробежной силы: 1 – ось вращения; 2 – цилиндр

$$P_{ц} = \frac{mu^2}{r} = \frac{P_T}{g} \cdot \frac{u^2}{r} = P_T \frac{u^2}{g \cdot r}$$

где:

$P_T$  – сила тяжести

$m = \frac{P_T}{g}$  – вращающаяся масса;

$u$  – окружная скорость вращения;

$r$  – средний радиус вращения.

Очевидно, что центробежная сила

( $P_{ц}$ ) в  $\frac{u^2}{gr}$  раз больше силы тяжести. При

этом величина  $\frac{u^2}{gr}$  является фактором

отделения нефтепродуктов от водной фазы.

Пусть окружная скорость будет равна 10 м/с, а средний радиус вращения 0,25 м, тогда

$$P_{ц} = P_T \frac{10^2}{9,81 \cdot 0,25} = P_T \cdot 40,8$$

Это означает, что скорость очистки дренажной воды от нефтепродуктов методом центрифугирования может в данном случае превысить скорость очистки отстаиванием в 40,8 раз!

Усовершенствованная технологическая схема и успешно прошедшая промысловые испытания Южно-Киенгопской УПСВ представлена на рис. 2.

Согласно рис. 2 продукции нефтяных скважин поступают в аппарат УПС №1 (поз.1), где осуществляются процессы сепарации газа и обезвоживания нефти под давлением 0,14 МПа. При этом из нефти выделяется водная фаза (дренажная вода) в количестве 2880 м<sup>3</sup>/сут, в которой содержание нефтепродуктов достигает 120-570 мг/дм<sup>3</sup>. Затем дренажная вода направляется на стадию грубой очистки от нефтепродуктов в УПС №2 (поз.2), где, в результате отстаивания под действием силы тяжести, протекает процесс грубой очистки ее от

нефтепродуктов и содержание последних в ней снижается до 92-249 мг/дм<sup>3</sup>. Прошедшая грубую очистку дренажная вода направляется в гидроциклон (поз.3) диаметром 250 мм и длиной 1600 мм. Здесь она, под действием центробежных сил, подвергается разделению на водную и нефтяную фазы, т.е. готовится к эффективной гидрофобной фильтрации. При этом часть гидроциклонированной воды объемом порядка 30-50 м<sup>3</sup>/сут, обогащенная нефтепродуктами до 1000-1500 мг/дм<sup>3</sup>, отбирается непосредственно из гидроциклона в подземную емкость (поз.4) и далее подается в буферные отстойники (поз.5) предварительно обезвоженной нефти, откачиваемой насосами (поз.6) марки ЦНС-180 на ГС «Киенгоп».

Работа гидроциклона считается в нормальном технологическом режиме, если его гидравлической сопротивление составляет не менее 0,04 МПа, что фиксируется по показаниям манометров (поз.7 и 8), установленных на приеме и выкиде его.

Очищенная вода в гидроциклоне направляется на стадию тонкой очистки от нефтепродуктов в отстойник №5, (поз.9), включенный в схему для осуществления процесса гидрофобной фильтрации воды от нефтепродуктов с получением СВ высокого качества. Далее подготовленная СВ, минуя РВС-2000 №2 (он на основе получения высокого качества СВ в гидрофобном фильтре (поз.9) был выведен в ремонт уже в период проведения испытаний) направляется на прием насосов (поз.10) кустовой насосной станции (КНС) системы ППД.

Предварительно обезвоженная нефть в УПС №1 совместно с обогащенной нефтепродуктами водой гидроциклона (поз.3), насосами (поз.6) откачивается через буферные отстойники (поз.5) на ГС «Киенгоп».

Газ, выделенный из жидкой фазы в аппаратах УПС 1 и 2, отстойниках (поз.5) и гидрофобном фильтре (поз.9), подвергается осушке в отстойнике №1 марки ОГ-100 (поз.11) и направляется на сжигание открытым пламенем на факельной свече (поз.12).

Промысловые испытания усовершенствованной технологии Южно-Киенгопской УПСВ свелись к двум этапам: предварительным с 1.06.09 по 30.06.09

и приемочным с 1.07.09 по 10.07.09.

За первый период испытаний было обработано 92257 м<sup>3</sup> жидкой фазы продукции скважин. При этом среднее содержание нефтепродуктов в воде, поступающей:

- с УПС-2 в гидроциклон, составило 329 мг/дм<sup>3</sup>;
- на выкиде гидроциклона 106 мг/дм<sup>3</sup>;
- в подготовленной воде 49 мг/дм<sup>3</sup>.

Эффективность подготовки СВ к утилизации в пласт в динамике очистки дренажной воды от нефтепродуктов в УПС №2, гидроциклоне (поз.3) и гидрофобном фильтре (поз.9) при предварительных испытаниях показаны на рис. 3, из которой видно, что содержание нефтепродуктов в очищаемой воде периодически колебалось, особенно в дренажной воде УПС, в достаточно широких пределах, что объясняется тем, что в период адаптации технологии к условиям работы Южно-Киенгопской УПСВ возникали многочисленные осложнения. В частности, процесс контроля объема и периодичности своевременного отбора нефтяной шапки из аппаратов УПС №2, регулирование расхода воды в гидроциклон и его и гидравлического сопротивления, контроль объема и уровней гидрофобной нефти и уловленной фильтре (поз.9), перепад давлений в системах УПС №1 – УПС №2 – гидрофобный фильтр – буферные емкости – газоосушитель, отключение от системы РВС-2000 №2, повышение производительности КНС при переходе со старой насосной на новую и т.д.

Из рис. 3 видно, что все пики содержания нефтепродуктов в дренажной воде УПС №2 сглаживались в гидроциклоне (поз.3), что доказательно подтверждает эффективность его работы.

На рис. 4 показаны результаты работы в период приемочных испытаний с 1 по 10 июля 2009 года. За этот период было обработано 33763 м<sup>3</sup> продукции скважин. При этом среднее содержание нефтепродуктов с выкида гидроциклона составила 53 мг/дм<sup>3</sup>, а с гидрофобного фильтра 21 мг/дм<sup>3</sup>.

Таким образом, разработанная и представленная к промысловым испытаниям технология подготовки СВ оказалась ►

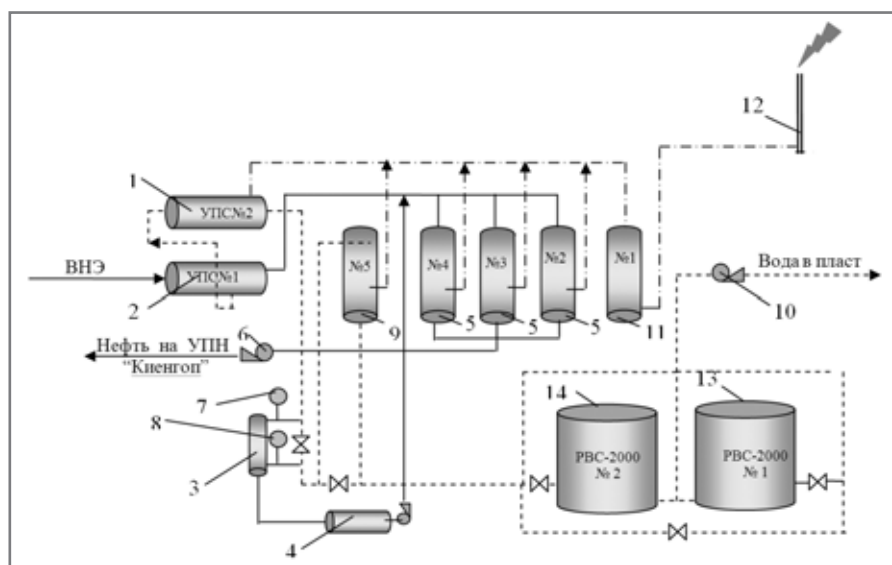


Рис.2. Усовершенствованная технологическая схема Южно-Киенгопской УПСВ

- 1 – УПС №1;
- 2 – УПС №2;
- 3 – гидроциклон;
- 4 – подземная емкость  $V = 45\text{м}^3$ ;
- 5 – буферные емкости предварительно обезвоженной нефти на базе отстойников марки ОГ-100;
- 6 – насос марки ЦНС-180 откачки предварительно обезвоженной нефти на ГС «Киенгоп»;
- 7, 8 – манометры;
- 9 – отстойник марки ОГ-100, выполняющий функции гидрофобного фильтра;
- 10 – насос марки ЦНС-180 утилизации воды в пласт;
- 11 – сепаратор газа на базе отстойника ОГ-100;
- 12 – факельная свеча;
- 13, 14 – буферные РВС-2000 для дренажной воды.

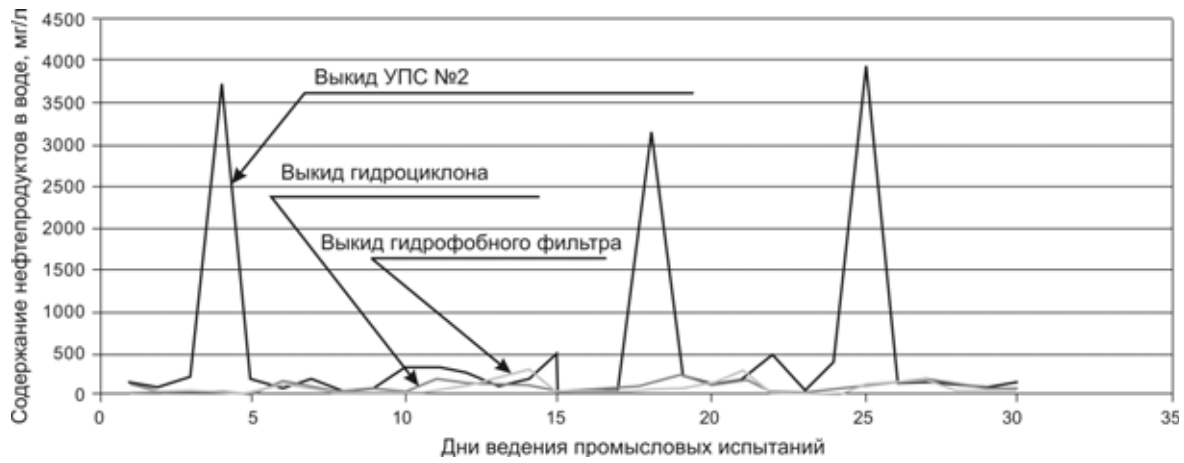


Рис. 3 Динамика очистки воды от нефтепродуктов на Южно-Киенгопской УПСВ в период предварительных испытаний

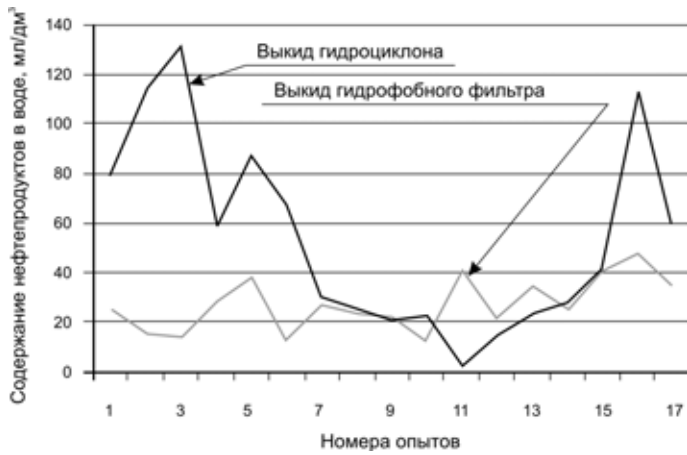


Рис. 4 Динамика очистки воды от нефтепродуктов на Южно-Киенгопской УПСВ

высокоэффективной. Содержание нефтепродуктов в подготовленной СВ снижается вплоть до 10 мг/дм³ и ниже (см. рис. 4)

Одновременно с внедрением разработанной технологии появилась возможность работы Южно-Киенгопской УПСВ без РВС-2000 №2. А это мероприятие приносит не только экономию капитальных затрат, но и снижает технологические потери нефти за счет снижения эффекта испарения нефтепродуктов в РВС-2000. ■

**ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. Тронов В.П. «Промысловая подготовка нефти» – Казань: ФЭН, 2000.
2. Шаймарданов В.Х. «Проблемы сточных вод на нефтепромыслах» – Ижевск: КИГИТ, 2007.

# АППАРАТ С ПОДВИЖНОЙ НАСАДКОЙ СЕРИИ ШВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И САНИТАРНАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ОДНОРОДНЫХ И НЕОДНОРОДНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ

**РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССОВ:**

- Пылеулавливания
- Очистки газов от паров серной кислоты
- Абсорбции (очистки газа от оксидов)
- Серы и азота, сероводорода, хлора, аммиака и тр.
- Увлажнение воздуха
- Деаэрации воды
- Контактного теплообмена
- Сепарации нефти
- Ректификации
- Выпарки

ОАО «Удмуртнефть»  
 ООО «НПО «Центр внедрения ШВ»  
 г. Ижевск, т. 8-912-453-43-75

СВАН  
 МАГЕНТА  
 YELLOW  
 BLACK