

УДК 622.276.08

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСАДИТЕЛЕЙ И КОАЛЕСЦЕРОВ РАЗЛИЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЛАСТОВОЙ ВОДЫ

Мухамадеев Р.У.

ООО «Альянс Нефтегаз Технолоджи», г. Уфа

e-mail: r.mukhamadeev@angt.su

Вольцов А.А., Шеметов А.В.

ЗАО НТК «МНГК», г. Уфа

**Аннотация.** В связи с постоянным ростом обводненности продукции скважин месторождений, разрабатываемых со второй половины прошлого века, растут объемы подготовки подтоварной воды для последующей закачки в систему заводнения пластов. На многих установках предварительного сброса воды и подготовки нефти возникает необходимость совершенствования существующих технологий и оборудования для очистки подтоварной воды от нефти и механических примесей. В статье рассматривается метод очистки подтоварной воды с помощью осадителей и коалесцеров различной конструкции, размещаемых в специально сконструированной пилотной установке, и приводится сравнительный анализ их эффективности.

**Ключевые слова:** пластовая вода, нефтепродукты, механические примеси, коалесцеры, осадители, очистка воды

Обводнение продуктивных пластов нефтяных месторождений вносит значительные осложнения в технологию добычи, сбора и подготовки нефти. Эти осложнения связаны с образованием водонефтяных эмульсий, обладающих высокими значениями вязкости и стойкости к разрушению [1]. Актуальной проблемой на нефтепромыслах является подготовка подтоварной воды до требований, удовлетворяющих свойствам проницаемости продуктивных нефтяных пластов для ее последующего использования в системе поддержания пластового давления. На промыслах применяют отстойники разнообразных конструкций [2-10], периодического и непрерывного действия. Одним из способов ускорить этот процесс является оснащение отстойников воды внутренними устройствами различной конструкции, способствующими коалесценции, осаждению и выводу из отстойников загрязнителей в виде остаточной нефти и механических примесей.

Для подбора и испытаний эффективности работы осадителей в условиях, приближенных к промысловым, была создана экспериментальная установка очистки пластовой воды. Установка моделирует промышленный отстойник и представляет собой три стальные цилиндрические секции диаметром 300 мм, соединяющихся при помощи фланцев и размещенных на опорах. Внутренняя поверхность секций имеет антикоррозионное покрытие. Техническая характеристика установки приведена в табл. 1, ее внешний вид – на рис. 1.

Таблица 1. Характеристика установки

Производительность	1-10 м <sup>3</sup> /сут
Расчетное давление	1 МПа
Внутренний объем	0,21 м <sup>3</sup>

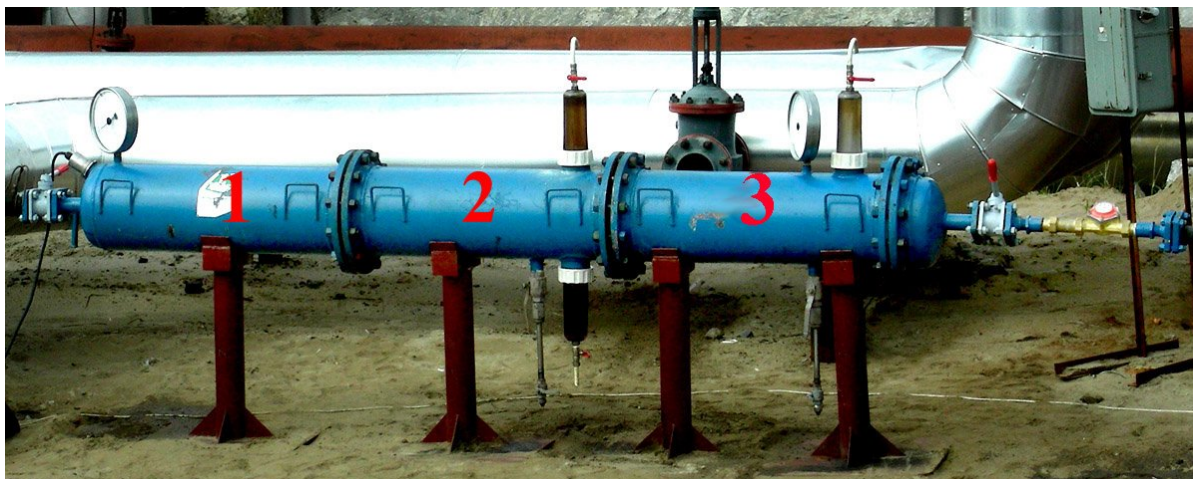


Рис. 1. Экспериментальная установка очистки воды:

1 – секция с осадителями; 2, 3 – секции отстаивания

Секция 1 оснащена входным штуцером для подсоединения к действующему трубопроводу, регулирующим краном диаметром 50 мм, манометром класса точности 0,25 со шкалой 0-1 МПа. Конструкция позволяет размещать внутри секции осадители и коалесцеры с толщиной слоя 600 мм, что соответствует объему 0,05 м<sup>3</sup>.

Секция 2 пустотелая, снабжена двумя прозрачными колпаками в верхней и нижней части для визуального наблюдения процесса сепарации нефти и газа. Колпаки снабжены дренажными кранами диаметром 15 мм для периодического отвода скапливающихся в колпаках жидкости и газа. Секция снабжена пробоотборником для отбора проб жидкости.

Секция 3 пустотелая, последняя по ходу движения жидкости, оснащена прозрачным колпаком, пробоотборником и манометром класса точности 0,25 со шкалой 0-1 МПа. На выходе жидкости из секции установлен регулирующий кран диаметром 50 мм, счетчик для измерения расхода жидкости и штуцер диаметром 50 мм для вывода очищенной жидкости из установки. Длина каждой секции 1 м, внутренний объем 0,07 м<sup>3</sup>.

С помощью установки был выполнен сравнительный анализ эффективности работы трех различных типов осадителей и коалесцеров – трубчатых, пластинчатых и колец Палля. Для проведения эксперимента использовалась пластовая вода, отбираемая из трубопровода на выходе установки предварительного сброса

воды (УПСВ) на Тевлино-Русскинском месторождении. Технологические данные работы этого трубопровода приведены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры потока исследуемой пластовой воды

Содержание нефти в воде	163-178 мг/дм <sup>3</sup>
Температура воды	25-27 °С
Температура окружающей среды	13-15 °С
Давление в трубопроводе	0,3 МПа
Плотность воды	1080-1100 кг/м <sup>3</sup>
Плотность нефти	854-860 кг/м <sup>3</sup>

При настройке на заданный режим работы расход воды через установку и внутреннее давление регулировали входным и выходным кранами в зависимости от требуемого времени пребывания жидкости в секциях или скорости ее движения. Расход определяли с помощью секундомера и расходомера. После выхода установки на стационарный режим осуществляли отбор проб через пробоотборники на секциях, а также непосредственно из трубопровода с исходной пластовой водой. Анализ проб воды на содержание нефти проводили в соответствии с ОСТ-39-133-81.

Общий расход воды через установку составлял 0,005 м<sup>3</sup>/мин, что соответствовало линейной скорости течения жидкости 10 мм/с. Время пребывания жидкости в каждой секции составляло 15 минут, общее времени пребывания жидкости в установке – 45 минут.

В первой серии экспериментов установка работала без внутренних устройств в режиме гравитационного отстоя. При исходном содержании нефти в пластовой воде на уровне 163-178 мг/дм<sup>3</sup> ее содержание на выходе снизилось до 92-99 мг/дм<sup>3</sup>, то есть в среднем на 44 %. Это согласуется с результатами, полученными в промышленных аппаратах для гравитационного отстоя пластовой воды, установленных на УПСВ (100-120 мг/дм<sup>3</sup>).

В следующей серии экспериментов исследовалась способность колец Палля, изготовленных из нержавеющей стали (размеры 30х30 мм) укрупнять глобулы нефти. Эксперимент проводили при тех же условиях, что и первый. Результаты анализа воды на выходе из установки показали, что содержание нефти в пластовой воде снизилось с 172-175 мг/дм<sup>3</sup> до 46-51 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем на 72 %. Эффект достигается за счет интенсификации массообменных процессов, столкновения и укрупнения (коалесценции) капель нефти. Внешний вид колец Палля до и после эксперимента представлен на рис. 2. Видно, что развитая структурная поверхность колец способствует осаждению на них капель нефти.



Рис. 2. Кольца Палля до загрузки и после извлечения.

В третьей серии экспериментов в качестве осадителей использовали трубки диаметром 15 мм, толщиной стенки 1 мм и длиной 600 мм. Трубки размещали параллельно оси установки, заполняя все сечение секции. Эксперименты проводили при тех же условиях, что и предыдущие опыты. В ходе их выполнения наблюдалось снижение концентрации нефти в воде с 169-175 мг/дм<sup>3</sup> до 30-34 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем на 81 %. По-видимому, это объясняется упорядочиванием структуры потока и созданием благоприятного режима для всплытия и укрупнения частиц нефти вдоль верхней образующей трубок. При всплытии внутри трубки малого диаметра капли нефти достигают ее поверхности в 20 раз быстрее, чем внутри полрой установки.

В последней серии экспериментов в качестве осадителей использовали пластинчатые элементы из нержавеющей стали толщиной 1 мм. Пластины размещали вертикально с определенным уклоном к оси установки. Эксперимент проводили в аналогичных условиях. Наблюдалось снижение концентрации нефти в воде на выходе с 132-164 мг/дм<sup>3</sup> до 35-38 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем на 75 %. Внешний вид осадителей до и после эксперимента представлен на рис. 3.

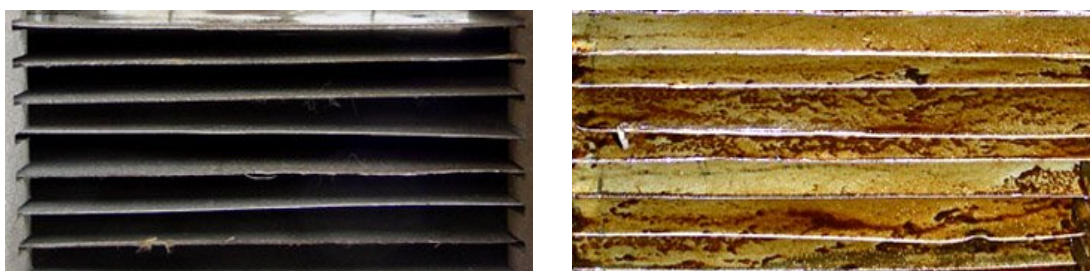


Рис. 3. Внешний вид пластин-осадителей до и после экспериментов

Видно, что поверхность осадителя покрыта уловленной нефтью. Эффект действия пластин достигается, как и в предыдущей серии экспериментов, упорядочиванием структуры потока и созданием благоприятного режима для всплытия и укрупнения частиц нефти вдоль поверхности пластин. Полученные результаты

согласуются с данными, полученными в промышленных отстойниках воды, снабженных аналогичными внутренними устройствами-осадителями. Результаты всех экспериментов представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты экспериментов

Условия экспериментов	Остаточное содержание нефти в воде, мг/дм <sup>3</sup>
Исходное содержание	163-178
Без внутренних устройств	92-99
Кольца Палля	46-51
Пластинчатые элементы	35-38
Трубки малого диаметра	30-34

### Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что экспериментальная установка позволяет с приемлемой воспроизводимостью моделировать процессы очистки пластовой воды. Размещение осадителей нефти в аппаратах водоподготовки позволяют в 2-4 раза улучшить ее качество на выходе. На основании проведенных исследований сделан вывод, что в условиях эксперимента наилучший результат очистки пластовой воды до остаточного содержания в ней нефти 30-34 мг/дм<sup>3</sup> достигается применением устройства трубчатого типа в качестве осадителя.

### Литература

1. Антипин Ю.В., Валеев М.Д., Сыртланов А.Ш. Предотвращение осложнений при добыче обводненной нефти. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1987. 168 с.
2. Гловацкий Е.А. Влияние промежуточного слоя на эффективность обезвоживания нефти в резервуарах // Тр. СибНИИНП. Тюмень, 1980. Вып. 17. С. 104-107.
3. Гловацкий Е.А., Черепнин В.В. Экспериментальное исследование процесса разделения водонефтяных эмульсий в аппаратах отстойниках // Тр. СибНИИНП. Тюмень, 1981. Вып. 22. С. 70-76.
4. Звягенцев И.Ф., Бывальцев В.П. Применение способа холодной деэмульсации при предварительном сбросе пластовой воды // Совершенствование методов подготовки нефти на промыслах Татарии. Бугульма, 1980. С. 62-64.
5. Лапига Е.Я., Логинов В.И. Учет процесса коалесценции капель при определении передаточных функций отстойных аппаратов // Нефть и газ. 1981. № 6. С. 51-55.

6. Маринин Н.С., Гловацкий Е.А., Скипин В.С. Подготовка нефти и сточных вод на Самотлорском месторождении. М., 1981. 39 с. (Нефтепромысловое дело: обзор. инф. / ВНИИОЭНГ; Вып. 18).

7. Тронов В.П., Ахмадеев Г.М., Саттаров У.Г. Развитие техники и технологии промысловой подготовки нефти в Татарии // Совершенствование методов подготовки нефти на промыслах Татарии. Бугульма, 1980. С. 13-34.

8. Шарипов И.М., Фассахов Р.Х., Лазарев Д.П. Обессоливание и сдача нефти в режиме динамического отстоя // Совершенствование методов подготовки нефти на промыслах Татарии. Бугульма, 1980. С. 57-61.

9. Еремин И.Н. Исследование и разработка отстойников для подготовки нефти: тр. / ВНИИСПТнефть. Уфа, 1980. С. 81-88.

10. Еремин И.Н., Мансуров Р.И., Пелевин Л.А., Алпатов Г.К., Приписнов А.С. Исследование гидродинамических характеристик базовых отстойников с применением радиоактивного изотопа // Нефтепромысловое дело. 1980. № 4. С. 35-37.

## ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS PRECIPITATORS AND COALESCER ON FORMATION WATER TREATMENT

R.U. Mukhamadeev

LLC "Alliance Neftegas Tecnology", Ufa, Russia  
e-mail: r.mukhamadeev@angt.su

A.A. Voltsov, A.V. Shemetov

CJSC STC "MNGC", Ufa, Russia

**Abstract.** Due to continuous growth of water production well fields developed in the second half of last century, increasing volumes of produced water preparation for subsequent injection into the system of flood recovery. At many installations preliminary water and oil treatment is necessary to improve existing technologies and equipment for treatment of produced water from oil and solids. The article covers the method of cleaning produced water by means of precipitants and coalescer different designs to be placed in a specially designed pilot plant, and provides a comparative analysis of their effectiveness.

**Keywords:** formation water, oil products, impurities, coalescers, precipitators, water treatment

### References

1. Antipin Yu.V., Valeev M.D., Syrtlanov A.Sh. Predotvrashchenie oslozhnenii pri dobyche obvodnennoi nefti (Prevention of complications in water-cut oil production). Ufa: Bashkir Publishing House, 1987. 168 p.
2. Glovatskii E.A. Vliyanie promezhutochnogo sloya na effektivnost' obezvozhivaniya nefti v rezervuarakh (Effect of intermediate layer on the efficiency of dehydration of oil in storage tanks). *Proceedings of SibNIINP*. Tyumen, 1980, Issue 17, pp. 104-107.
3. Glovatskii E.A., Cherepnin V.V. Eksperimental'noe issledovanie protsessa razdeleniya vodoneftyanykh emul'sii v apparatakh otstoinikakh (Experimental study of the separation in oil-water emulsions in the sedimentation tanks) *Proceedings of SibNIINP*. Tyumen, 1981, Issue 22, pp. 70-76.
4. Zvyagentsev I.F., Byval'tsev V.P. Primenenie sposoba kholodnoi de-emul'satsii pri predvaritel'nom sbrose plastovoi vody (Application of the method of cold demulsification in the initial formation water separation) in *Sovershenstvovanie metodov podgotovki nefti na promyslakh Tatarii (Improving methods oil treatment in the oil fields of Tatarstan)*. Bugulma, 1980. pp. 62-64.
5. Lapiga E.Ya., Loginov V.I. Uchet protsessa koalestsentsii kapel' pri opredelenii peredatochnykh funktsii otstoinykh apparatov (Accounting for the process of coalescence of droplets in the determination of transfer functions for settlers) *Neft' I gaz*, 1981, Issue 6, pp. 51-55.

6. Marinin N.S., Glovatskii E.A., Skipin V.S. Podgotovka nefi i stochnykh vod na Samotlorskom mestorozhdenii (Oil and wastewater treatment at Samotlor oil field). Moscow: VNIIOENG, 1981. 39 p. (*Review Information Series "Petroleum Engineering", Issue 18*).

7. Tronov V.P., Akhmadeev G.M., Sattarov U.G. Razvitie tekhniki i tekhnologii promyslovoi podgotovki nefi v Tatarii (The development of techniques and technologies of oil treatment in Tatarstan) in *Sovershenstvovanie metodov podgotovki nefi na promyslakh Tatarii (Improving methods oil treatment in the oil fields of Tatarstan)*. Bugulma, 1980, pp. 13-34.

8. Sharipov I.M., Fassakhov R.Kh., Lazarev D.P. Obessolivanie i sdacha nefi v rezhime dinamicheskogo otstoya (Desalination and delivery oil in the mode of dynamic settling) in *Sovershenstvovanie metodov podgotovki nefi na promyslakh Tatarii (Improving methods oil treatment in the oil fields of Tatarstan)*. Bugulma, 1980, pp. 57-61.

9. Eremin I.N. Issledovanie i razrabotka otstoinikov dlya podgotovki nefi (Research and development of sedimentation tanks for oil treatment). *Proceedings of VNIISPTneft*. Ufa, 1980. pp. 81-88.

10. Eremin I.N., Mansurov R.I., Pelevin L.A., Alpatov G.K., Pripisnov A.S. Issledovanie gidrodinamicheskikh kharakteristik bazovykh otstoinikov s primeneniem radioaktivnogo izotopa (Study of the hydrodynamic characteristics of the basic sedimentation tanks with the use a radioactive isotope). *Neftepromyslovoe delo*, 1980, Issue 4, pp. 35-37.