

УДК 622.276.8:665.622.43

**ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕНСИФИЦИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ
ПРОЦЕССОВ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ И ОБЕССОЛИВАНИЯ НЕФТИ
НА УСТАНОВКАХ ПОДГОТОВКИ НЕФТИ ОАО «ТАТНЕФТЬ»**

**IMPLEMENTATION OF INTENSIFYING DEVICES IN OIL
DEHYDRATION AND DESALTING PROCESSES AT OIL
TREATMENT FACILITIES OF ОАО TATNEFT**

**Багаманшин Р.Т., Гумовский О.А., Губайдулин Ф.Р.,
Судыкин С.Н., Уразов И.И.**

Институт ТатНИПИнефть, г.Бугульма, Российская Федерация

**R.T.Bagamanshin, O.A.Gumovsky, F.R.Gubaidulin
S.N.Sudykin, I.I.Urazov
TatNIPIneft Institute, Bugulma, the Russian Federation**

E-mail: 8667299@gmail.com

Аннотация. Большая часть месторождений Республики Татарстан находится на поздней стадии разработки, которая характеризуется высокой обводнённостью продукции скважин, ухудшением свойств добываемой остаточной нефти, а также необходимостью применения различных методов увеличения нефтеотдачи пластов и химических обработок призабойной зоны скважины. Всё это приводит к образованию высокоустойчивых водонефтяных эмульсий и как следствие к ухудшению процесса подготовки нефти.

С целью улучшения процессов обезвоживания и обессоливания нефти институтом «ТатНИПИнефть» совместно с ЗАО НТК «МодульНефтеГазКомплект» разработаны интенсифицирующие устройства, которые состоят из статического смесителя и коалесцентора. Данные устройства представляют собой трубные элементы расчётного диаметра, заполненные коалесцирующей насадкой. Диспергирование воды в нефтяной эмульсии осуществляется при помощи смесителя, заполненного насыпными элементами. Смеситель устанавливается после ступени обезвоживания, после точки подачи пресной воды. При прохождении нефти и пресной воды через смеситель с помощью насадочных элементов происходит эффективное смешение пресной воды с нефтью, затем при прохождении этой смеси через коалесцентор на поверхности насадки (колец Палля) происходит столкновение и укрупнение капель воды. Это позволяет снизить время отстаивания эмульсии и увеличить глубину обезвоживания и обессоливания нефти. Применение интенсифицирующих устройств позволяет повысить эффективность работы ступеней обессоливания, стабилизировать работу УПН в целом. Применение интенсифицирующих устройств позволяет уменьшить расход пресной промывочной воды, а также сократить объём дренажной жидкости, что снижает эксплуатационные затраты на подготовку нефти. Таким образом, разработанные технологические приемы улучшения процессов обезвоживания и обессоливания нефти позволяют повысить эффективность работы УПН. Получены положительные результаты работы интенсифицирующих устройств на Кама-Исмагиловской, Куакбашской УПВСН НГДУ «Лениногорскнефть», УПСВН «Ашальчи», УПВСН-1 «Андреевка» НГДУ «Нурлатнефть», УПН НГДУ «Бавлынефть» и Кичуйской УПВСН НГДУ «Елховнефть».

Abstract. Oil fields in the Republic of Tatarstan are, for the most part, at late stages of development which entails high water cuts, deteriorated properties of residual oil produced and implementation of various enhanced oil recovery (EOR) schemes and chemical treatments of bottomhole zone. This causes the formation of highly stable oil-water emulsions and, consequently, impairs produced oil treatment efficiency.

Combined efforts of TatNIPIneft Institute and ZAO Research and Development Complex ModulNefteGazKomplekt aimed at improvement of oil dehydration and desalting processes resulted in the invention of intensifying devices comprising a static mixer and coalescer. These are tubular elements of specified diameter provided with a coalescer section. Dispersion of water in oil emulsion is carried out by means of mixer containing bulk elements. The mixer is positioned downstream of the dehydration stage after freshwater feed point. Oil and freshwater are agitated together while flowing through the mixer. Then the mixture is directed to the coalescer where water droplets collide and aggregate. This enables reduction of emulsion settling time and enhances efficiency of oil dehydration and desalting. Intensifying devices improve desalting performance and stabilize the operation of oil treatment facilities, as a whole. Moreover, they reduce freshwater consumption and the volume of drainage water; thus, cutting down oil treatment operating costs (OPEX). As a result, the procedures designed to improve oil dehydration and desalting processes increase the overall performance of oil treatment facilities. Application of intensifying devices yielded encouraging results at several sour crude oil and extra-viscous oil treatment facilities of Tatneft.

Ключевые слова: обезвоживание и обессоливание нефти; смеситель; коалесцентор; снижение эксплуатационных затрат.

Key words: oil dehydration and desalting; mixer; coalescer; OPEX reduction.

Большая часть месторождений Республики Татарстан находится на поздней стадии разработки, которая характеризуется высокой обводнённостью продукции скважин, ухудшением свойств добываемой остаточной нефти, а также необходимостью применения различных методов увеличения нефтеотдачи пластов и химических обработок призабойной зоны скважины. Всё это приводит к образованию высокоустойчивых водонефтяных эмульсий и, как следствие, к ухудшению процесса подготовки нефти [1]. Это в свою очередь вызывает необходимость увеличения эксплуатационных затрат на подготовку продукции скважин: повышенный расход деэмульгатора, увеличение температуры нагрева на установках подготовки нефти (УПН), возрастание объёма дренажной жидкости, циркулирующей на УПН и т.д. Необходимо также отметить, что на многих УПН для диспергирования пресной промывочной воды в обессоливаемую нефть применяются устаревшие и малоэффективные диспергаторы, но и они лишь частично решают задачу, т.к. не предусматривают после диспергирования процесс укрупнения капель воды.

Одним из способов улучшения процессов обезвоживания и обессоливания нефти является применение интенсифицирующих устройств, состоящих из статического смесителя и коалесцентора. Данные устройства представляют собой трубные элементы расчетного диаметра, заполненные внутри насыпной насадкой [2-7].

Диспергирование воды в нефтяной эмульсии осуществляется при помощи смесителя (рисунок 1), устанавливаемого после точки подачи пресной воды.

При прохождении нефти и пресной воды через смеситель с помощью интенсифицирующих элементов (например, колец Палля) происходит эффективное смешение пресной воды с нефтью, затем поток поступает в

коалесцентор (рисунок 2), где идет процесс укрупнения капель воды в эмульсии.

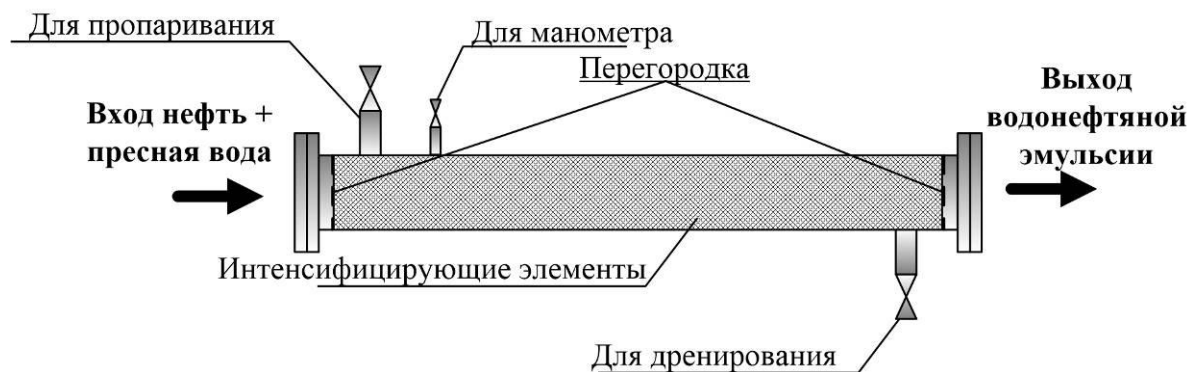


Рисунок 1 – Эскиз смесителя

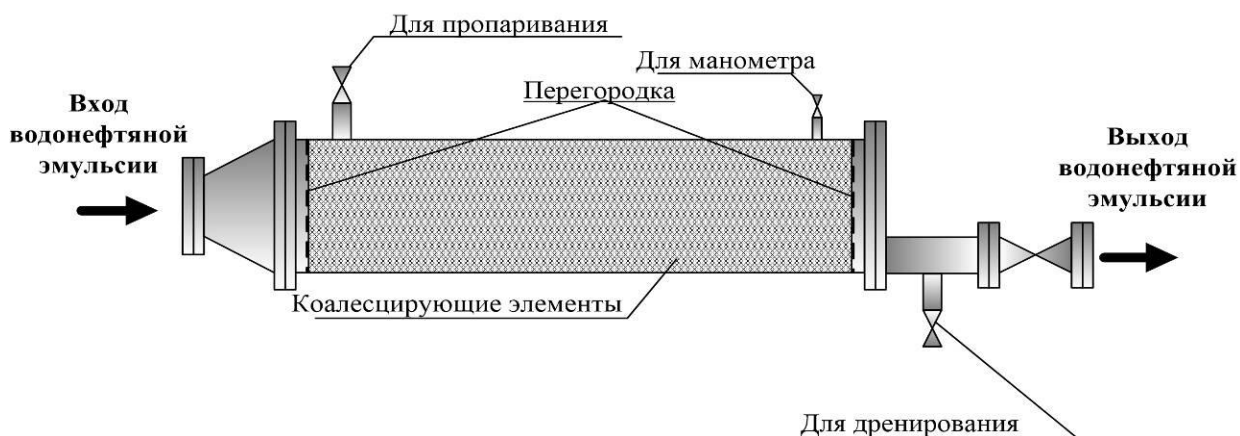


Рисунок 2 – Эскиз коалесцентора

При прохождении смеси нефти и воды через коалесцентор на поверхности элементов внутренней насадки (колец Палля) происходит столкновение и укрупнение капель воды. Таким образом, значительно увеличивается вероятность столкновения капель друг с другом, ускоряется процесс коалесценции (слияния) капель воды и их последующее осаждение в отстойном оборудовании. Это позволяет снизить время отстаивания в аппаратах и увеличить глубину обезвоживания и обессоливания нефти. Блок-схема УПН с интенсифицирующими устройствами приведена на (рисунок 3).

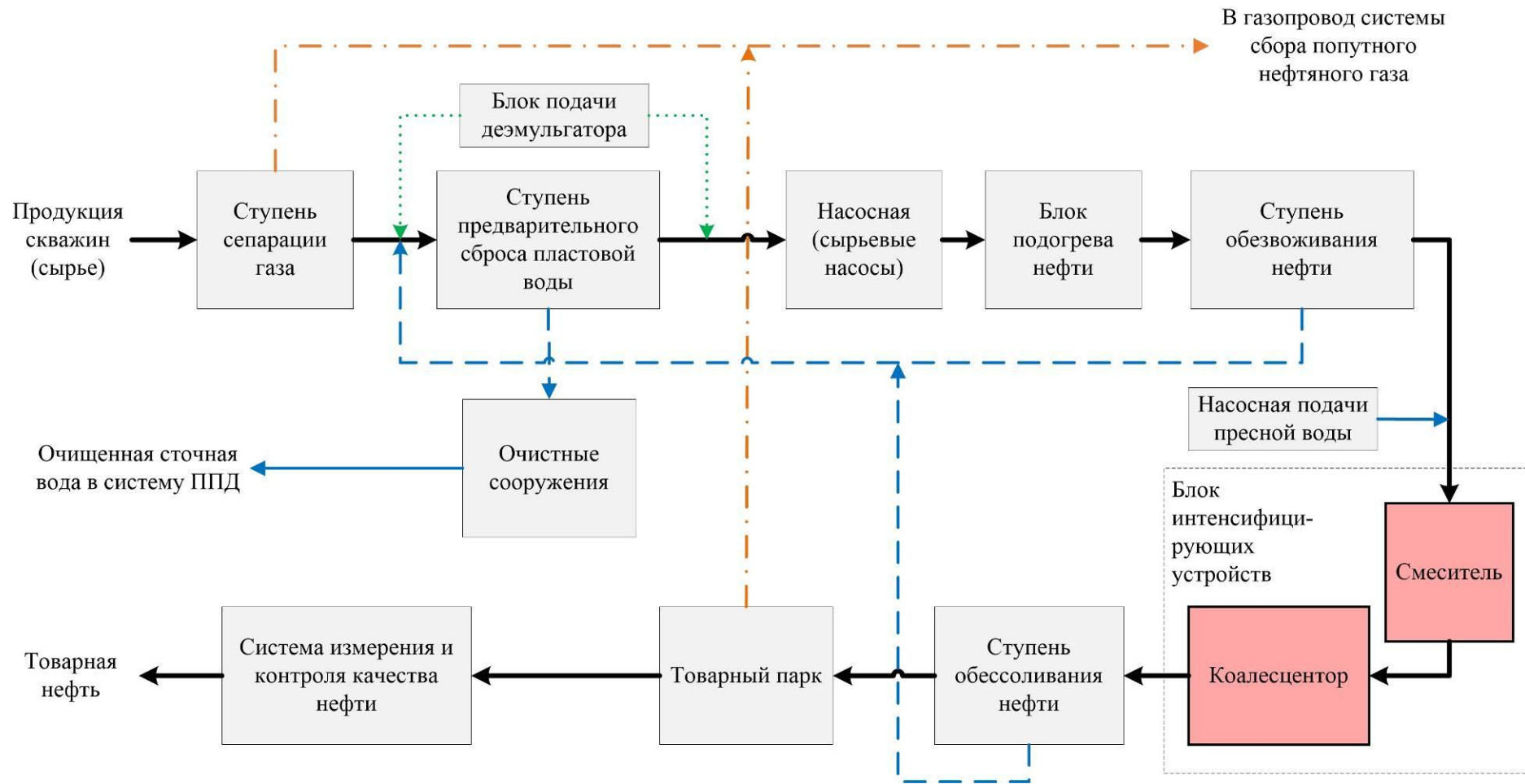


Рисунок 3 – Блок схема установки подготовки нефти с применением интенсифицирующих устройств

Опытно-промышленные испытания интенсифицирующих устройств были проведены на Кама-Исмагиловской, Куакбашской УПВСН НГДУ «Лениногорскнефть», УПСВН «Ашальчи», УПВСН-1 «Андреевка» НГДУ «Нурлатнефть», УПН НГДУ «Бавлынефть» и Кичуйской УПВСН НГДУ «Елховнефть».

УПН НГДУ «Бавлынефть»

В таблице 1 приведена доля повторно подготавливаемой нефти на блоке подготовки карбоновой нефти № 3 УПН НГДУ «Бавлынефть» в 2012 г.

Таблица 1 – Доля повторно подготавливаемой нефти на блоке подготовки карбоновой нефти № 3 УПН НГДУ «Бавлынефть»

Месяц 2012 г.	Пропущено нефти через УПН, т	Сдано нефти, т	Направлено на повторную подготовку, т	Доля нефти, направляемой на повторную подготовку, %
январь	129 882	82 791	47 091	36
февраль	124 174	82 112	42 062	34
март	126 515	88 272	38 243	30
апрель	128 961	92 787	36 174	28
май	120 212	90 947	29 265	24
июнь	125 675	93 668	32 007	25
июль	108 627	93 463	15 164	14
август	133 011	99 697	33 314	25
сентябрь	136 738	94 682	42 056	31
октябрь	118 161	97 578	20 583	17
ноябрь	108 657	98 125	10 532	10
декабрь	114 262	103 447	10 815	9

В результате внедрения в октябре 2012 года интенсифицирующих устройства была повышена эффективность работы установки подготовки нефти, оцениваемая по концентрации хлористых солей и количеству рециркулируемой на повторную подготовку нефти. До внедрения данной технологии доля нефти, направляемой на повторную подготовку, составляла около 27 %, после внедрения - 12 %.

В таблице 2 приведены сравнительные анализы нефти с выходов параллельно работающих электродегидраторов ЭДГ-5 и ЭДГ-6 на блоке подготовки карбоновой нефти № 3 УПН НГДУ «Бавлынефть» (интенсифицирующими устройствами оснащен ЭДГ-6) [8].

Оснащение ЭДГ-6 интенсифицирующими устройствами значительно улучшило показатели работы электродегидратора ЭДГ-6. Концентрация хлористых солей в товарной нефти после ЭДГ-6 снизилась на 27 % по сравнению с параллельно работающим ЭДГ-5.

Таблица 2 – Концентрация хлористых солей в товарной нефти

№ пробы	Выход ЭДГ-5		Выход ЭДГ-6		Снижение конц.солей, %
	Концентрация хлористых солей, мг/дм ³	Массовая доля воды, %	Концентрация хлористых солей, мг/дм ³	Массовая доля воды, %	
1	61	0,06	40	0,06	34,4
2	61	0,18	40	0,09	34,4
3	67	0,12	45	0,09	32,8
4	65	0,54	42	0,06	35,4
5	65	0,06	55	0,06	15,4
6	64	0,18	50	0,09	21,9
7	62	0,12	54	0,06	12,9
Среднее значение	64	0,18	47	0,07	26,7
Примечание – Электродегидраторы ЭДГ-5 и ЭДГ-6 работают параллельно, на входе ЭДГ-6 установлен коалесцентор					

УПВСН-1 «Андреевка» НГДУ «Нурлатнефть»

В таблице 3 приведены усреднённые за месяц значения контролируемых на УПВСН-1 «Андреевка» параметров: концентрация хлористых солей в нефти на выходе каждого из отстойников О-1/1-2 и электродегидраторов ЭДГ-1/1-2; расход пресной воды.

Из приведенных результатов следует, что после пуска 31 ноября 2012 г. интенсифицирующих устройств перед электродегидраторами I потока произошли следующие изменения:

- концентрация хлористых солей в товарной нефти снизилась не менее чем на 10 %;
- расход пресной промывочной воды уменьшился почти на 30 %;
- объём повторно подготовленной нефти снизился на 2 %.

Таблица 3 – Усреднённые за месяц параметры работы УПВСН-1

Параметр	Концентрация хлористых солей в нефти, мг/дм ³ , на выходе					Использовано пресной воды всего на УПВСН, м ³
	О-1/1	О-1/2	ЭДГ-1/1	ЭДГ-1/2	товарной	
Ноябрь 2012 г.						
Всего	-					7112
Среднее значение	237	232	68	59	63	237,1
<u>Минимальное</u>	<u>156</u>	<u>157</u>	<u>41</u>	<u>36</u>	<u>46</u>	<u>228</u>
Максимальное	286	304	82	70	79	257
среднесуточное						
<u>Минимальное</u>	<u>125</u>	<u>120</u>	<u>30</u>	<u>25</u>	<u>40</u>	<u>228</u>
Максимальное	417	391	105	100	98	257
фактическое						
Декабрь 2012 г.						
Всего	-					7400
Среднее значение	142	145	42	40	54	238,7
<u>Минимальное</u>	<u>109</u>	<u>112</u>	<u>31</u>	<u>28</u>	<u>42</u>	<u>182</u>
Максимальное	257	196	81	72	75	284
среднесуточное						
<u>Минимальное</u>	<u>93</u>	<u>84</u>	<u>20</u>	<u>23</u>	<u>35</u>	<u>182</u>
Максимальное	452	255	146	140	140	284
фактическое						
Январь 2013 г.						
Всего	-					4972
Среднее значение	143	155	50	47	57	160,39
<u>Минимальное</u>	<u>103</u>	<u>116</u>	<u>36</u>	<u>34</u>	<u>43</u>	<u>122</u>
Максимальное	210	199	63	57	86	189
среднесуточное						
<u>Минимальное</u>	<u>95</u>	<u>98</u>	<u>29</u>	<u>26</u>	<u>36</u>	<u>122</u>
Максимальное	734	339	78	98	151	189
фактическое						

Кичуйская УПВСН НГДУ «Елховнефть»

В таблице 4 приведена информация с 1 августа по 7 сентября 2014 г. по качеству подготавливаемой нефти на блоках 1 и 2 Кичуйской УПВСН (2-ой блок оснащён интенсифицирующими устройствами), устройства были запущены в работу 12 августа 2014 г.

Таблица 4 – Качество подготавливаемой нефти на блоках 1 и 2 (2-ой блок оснащён интенсифицирующими устройствами)

Параметр	Блок 1					Блок 2					Снижение («+») солей на ЭД-3 по сравнению с ЭД-1, %	Снижение («+») солей на 2-ом блоке по сравнению с 1-ым блоком, %
	Поступле ние нефти, м³/ч	Массовая концентрация хлористых солей, мг/л		Массовая доля воды, %		Поступле ние нефти, м³/ч	Массовая концентрация хлористых солей, мг/л		Массовая доля воды, %			
		ЭД-1	ЭД-2	ЭД-1	ЭД-2		ЭД-3	ЭД-4	ЭД-3	ЭД-4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
До включения в работу интенсифицирующих устройств												
Среднее значение	93	235	88	0,06	0,23	94	244	97	0,07	0,17	-4	-10
<u>Минимальное</u>	<u>76</u>	<u>184</u>	<u>76</u>	<u>0,06</u>	<u>0,19</u>	<u>87</u>	<u>196</u>	<u>88</u>	<u>0,06</u>	<u>0,12</u>	-	-
Максимальное	104	302	112	0,09	0,35	101	341	104	0,12	0,22	-	-
Интенсифицирующие устройства подключены последовательно до ЭД-3 (байпас полностью закрыт) до остановки электродегидрататора ЭД-4												
Среднее значение	88	240	94	0,06	0,13	92	133	73	0,37	0,11	45	22
<u>Минимальное</u>	<u>75</u>	<u>196</u>	<u>85</u>	<u>0,06</u>	<u>0,08</u>	<u>75</u>	<u>98</u>	<u>62</u>	<u>0,06</u>	<u>0,09</u>	-	-
Максимальное	105	280	103	0,07	0,29	102	195	84	0,56	0,12	-	-
Интенсифицирующие устройства подключены последовательно до ЭД-3 (байпас полностью закрыт) после остановки электродегидрататора ЭД-4 на чистку												
Среднее значение	93	208	87	0,08	0,18	95	85	-	0,1	-	59	-
<u>Минимальное</u>	<u>60</u>	<u>148</u>	<u>71</u>	<u>0,06</u>	<u>0,1</u>	<u>74</u>	<u>66</u>	-	<u>0,04</u>	-	-	-
Максимальное	110	251	114	0,38	0,36	111	120	-	0,32	-	-	-

На потоке, оснащённом устройствами, снижена концентрация хлористых солей на 15 %, а после ЭД-3 на блоке № 2 по сравнению с ЭД-1 на блоке № 1 составило около 35 %.

Следует отметить, что после остановки электродегидратора ЭД-4 (2-й блок) на чистку (с 27 августа 2014 г.) благодаря интенсифицирующим устройствам увеличения доли рециркуляции нефти на Кичуйской УПВСН НГДУ «ЕН» не отмечено.

Также в период работы блока № 2 с интенсифицирующими устройствами количество подаваемой пресной воды на данном блоке было ниже по сравнению с расходом воды на блок № 1, при этом увеличения концентрации хлористых солей и доли рециркуляции не отмечено (см. таблицу 4). Расход пресной воды в период с 1.09.2014 по 21.10.2014 составил: на 1 блоке – 310 м³; на 2 блоке – 194 м³, что на 116 м³ (37 %) меньше. В настоящее время расход пресной воды на блок № 1 составляет около 4 м³/ч, а на блок № 2 – 2,5 м³/ч.

Технико-экономический эффект достигается за счёт снижения себестоимости подготовки 1 т нефти (уменьшаются затраты на внутреннюю перекачку и нагрев сырья, снижается расход пресной воды), повышения эффективности и обеспечения стабильности работы УПН. Суммарный среднегодовой экономический эффект от внедрения интенсифицирующих устройств на установках подготовки нефти ОАО «Татнефть» составил более 70 млн руб.

Список использованных источников:

1. Судыкин, С.Н. Совершенствование технологий обезвоживания тяжёлых нефтей пермской системы Республики Татарстан [Текст] : дис. ... канд. тех. наук. – Бугульма, 2011. – 183 с.
2. Судыкин, С.Н. Исследование процесса обезвоживания сверхвязких нефтей с применением интенсифицирующих устройств [Текст] / С.Н.

- Судыкин, Ф.Р. Губайдулин, Т.Ф. Космачева, В.А. Крюков, А.А. Вольцов // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть. - Вып. 78. - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ». – 2010. – С. 274–280.
3. Тронов, В.П. Методика расчёта секционных каплеобразователей и отстойной аппаратуры при обезвоживании и обессоливании нефти [Текст] / В.П. Тронов, А.К. Розенцвайг. – Бугульма : ТатНИПИнефть, 1975. – 27 с.
 4. Шаймарданов, В.Х. Технология обессоливания нефти с использованием аппаратов с подвижной насадкой [Текст] / В.Х. Шаймарданов, Е.П. Масленников, Л.В. Лоскутова, И.Н. Усанов // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 94-97.
 5. Крюков, В.А. Разработка интенсифицирующих устройств для процесса подготовки сверхвязких нефтей (природных битумов) / В.А. Крюков, А.А. Вольцов, Ф.Р. Губайдулин, С.Н. Судыкин // НТЖ «Нефть. Газ. Новации». – № 3. – 2011 г. – С. 75-79.
 6. Шипигузов, Л.М. Роль коалесценторов в процессах обезвоживания и обессоливания нефти [Текст] / Л.М. Шипигузов // Сборник тезисов и докладов семинара «Современное состояние проблем подготовки продукции скважин». – Бугульма : ТатНИПИнефть, 2010. – С. 56-58.
 7. Розенцвайг, А.К. Исследование гидродинамических условий разрушения водонефтяных эмульсий при подготовке нефти на промыслах [Текст] : дис. ... канд. тех. наук. – Бугульма, 1974. – 134 с.
 8. Губайдулин, Ф.Р. Результаты внедрения коалесцирующих устройств на установках подготовки нефти ОАО «Татнефть» / Ф.Р. Губайдулин, С.Н. Судыкин, О.А. Гумовский, Р.Т. Багаманшин // Сборник научных трудов ТатНИПИнефть. – Вып. 81. – Казань : Центр инновационных технологий. – 2013. – С. 412-420.

Сведения об авторах**Authors**

Багаманшин Рустем Тагирович, ведущий инженер, Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти открытого акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г.Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

R.T. Bagamanshin, Lead Engineer, Tatar Oil Research and Design Institute of OAO TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: 8667299@gmail.com

Гумовский Олег Александрович, старший научный сотрудник, Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти открытого акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г.Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

O.A. Gumovsky, Senior Research Engineer, Tatar Oil Research and Design Institute of OAO TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: sudykinsn@tatnipi.ru

Губайдулин Фаат Равильевич, начальник отдела исследования и промысловой подготовки нефти, газа и воды, Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти открытого акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г.Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

F. R. Gubaidulin, Ph.D., Head of Department for Evaluation and Treatment of Oil, Gas, and Water, Tatar Oil Research and Design Institute of OAO TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: gfr@tatnipi.ru

Судыкин Сергей Николаевич, заведующий лабораторией технологии подготовки нефти, Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти открытого акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г.Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

S.N. Sudykin, Ph.D., Head of Oil Treatment Laboratory, Department for Evaluation and Treatment of Oil, Gas, and Water, Tatar Oil Research and Design Institute of OAO TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: sudykinsn@tatnipi.ru

Уразов Ильяс Илдусович, инженер, Татарский научно-исследовательский и проектный институт нефти открытого акционерного общества «Татнефть» имени В.Д. Шашина, г.Бугульма, Республика Татарстан, Российская Федерация

I.I. Urazov, Engineer, Tatar Oil Research and Design Institute of OAO TATNEFT, Bugulma, Republic of Tatarstan, Russian Federation

E-mail: i.urazov@bk.ru

Багаманшин Рустем Тагирович

423236 Российская Федерация, Республика Татарстан,

г. Бугульма, ул. Мусы Джалиля, 32

Тел.: +7 85594 78-575

E-mail: 8667299@gmail.com