



# Использование ОДА в энергетике России

Петрова Т.И. д.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Научно-практическая конференция  
«Применение пленкообразующих аминов в энергетике» 9–10 ноября 2016 г.



## Основные вопросы для оценки поведения ОДА.

1. Сорбция ОДА на поверхности различных конструкционных материалов
2. Влияние ОДА на коррозию конструкционных материалов.
3. Коэффициент распределения ОДА между жидкой и паровой фазами.
4. Гидродинамика 2-х фазных сред в присутствии ОДА.
5. Гидродинамическое сопротивление в потоках жидкости.
6. Влияние ОДА на теплообмен: в однофазных средах, при кипении жидкостей, при конденсации пара.

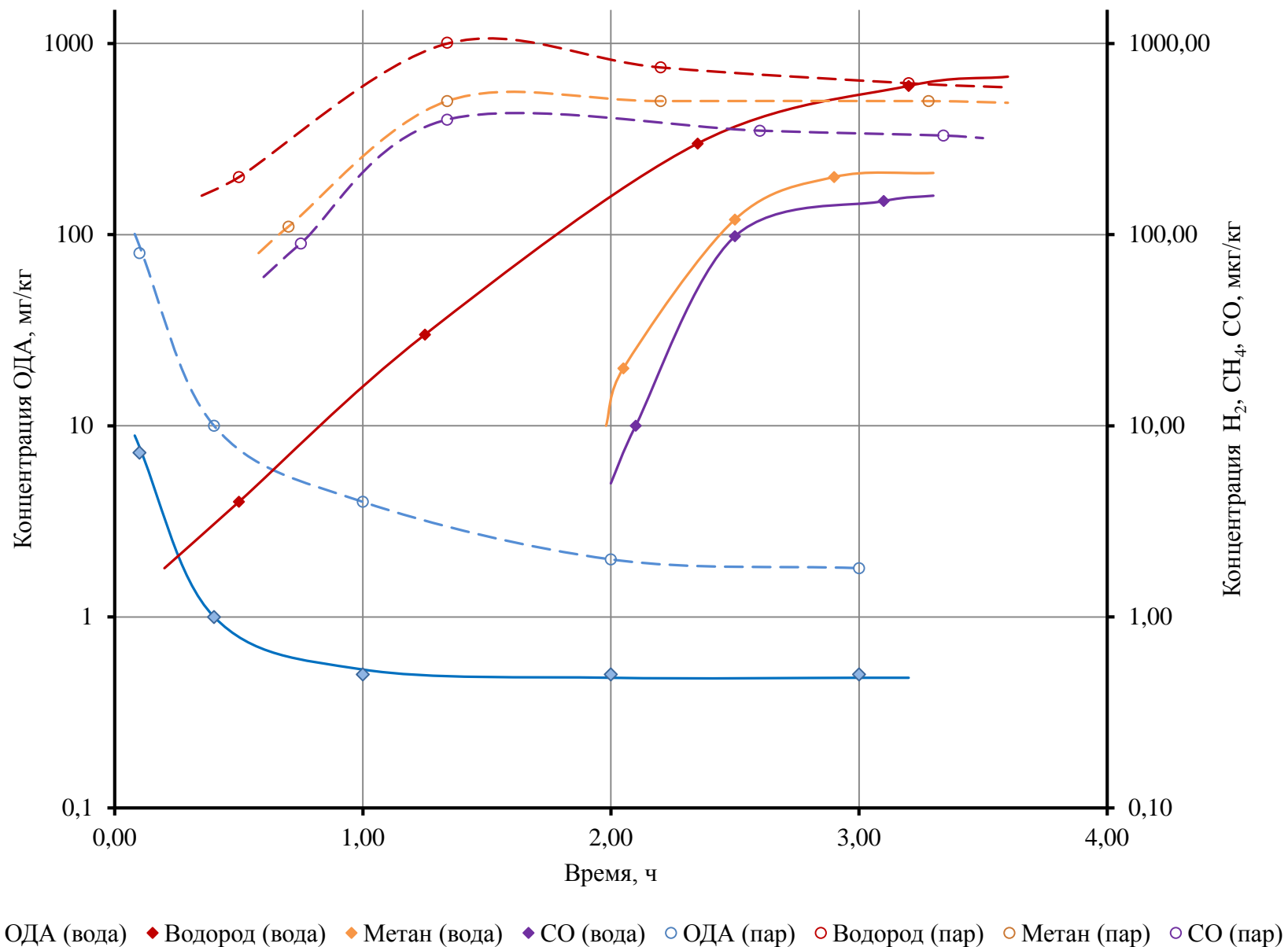


Рис..1 Изменение концентраций ОДА и продуктов его разложения в воде и насыщенном паре при давлении 2,9 МПа (сплошная линия –в воде, ---- в паре)

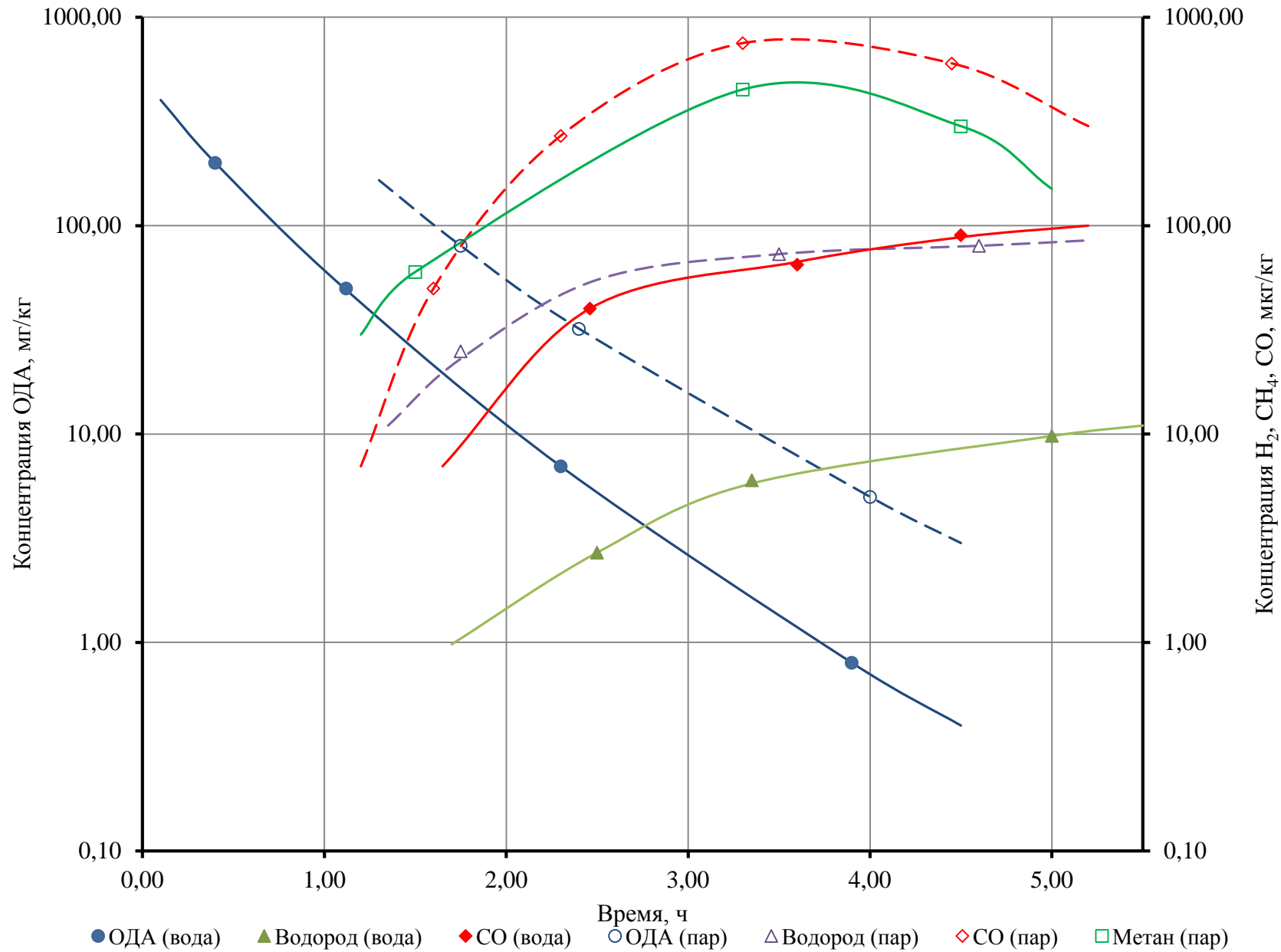


Рис. 2. Изменение концентраций ОДА и продуктов его разложения в воде и насыщенном паре при давлении 15,2 МПа (сплошная – в воде, ---- в паре)

И.Я. Дубровский, П.С. Ашев, Л.Н.Баталина, В.А.Лошкарёв « О поведении октадециламина в тракте энергетической установки» Тр./Моск. Энерг. ин-т, 1980 вып. 466 с.26-31.

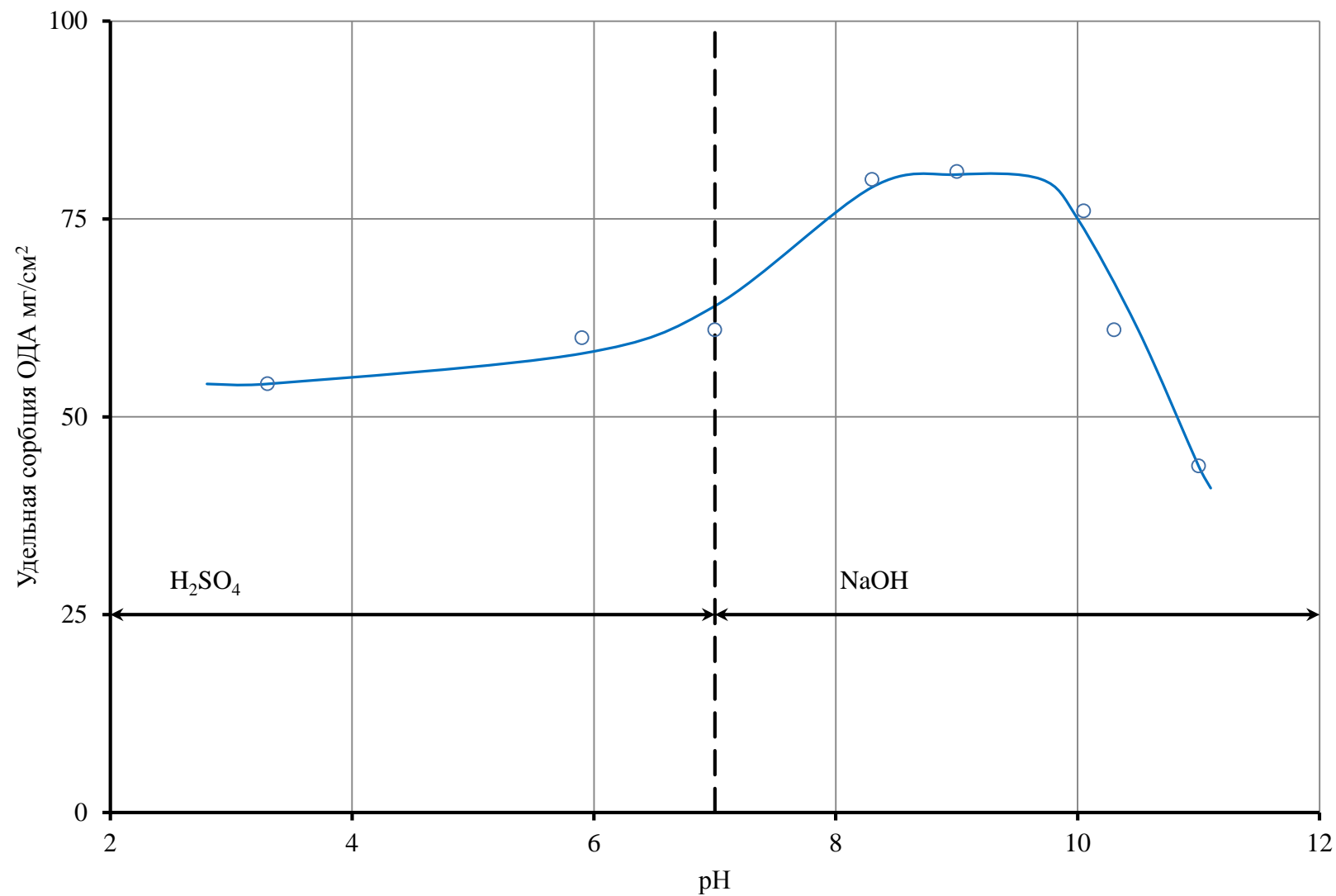


Рис. 3. Влияние pH на удельную сорбцию ОДА на поверхности углеродистой стали ( $C_{ода} 10\text{мг/дм}^3$ ).

Якушев В.В. Определение температурных границ применимости пленкообразующих аминов при консервации теплотехнического оборудования электрических станций. Автореферат кандидатской диссертации Москва 2002 год



Таблица 1. Влияние температуры на удельную сорбцию ОДА на поверхности стали

<i>Концентрация ОДА, мг/дм<sup>3</sup></i>	<i>Металл</i>	<i>Удельная сорбция, мкг/см<sup>2</sup></i>	<i>Удельная сорбция, мкг/см<sup>2</sup></i>
		<i>t = 85°C</i>	<i>t = 160°C</i>
33 – 40	Углеродистая сталь	12.5	8.0
	12Cr18Ni10Ti	8.0	7.0
13 – 17	Углеродистая сталь	6.5	2.0
	12Cr18Ni10Ti	4.0	1.5

Дубровский И.Я., Баталина Л.Н., Лошкарев В.А. и др. Адсорбция октадециламина на металлических поверхностях. Сборник научных трудов М., МЭИ 1989. Вып 208. С. 34-41.

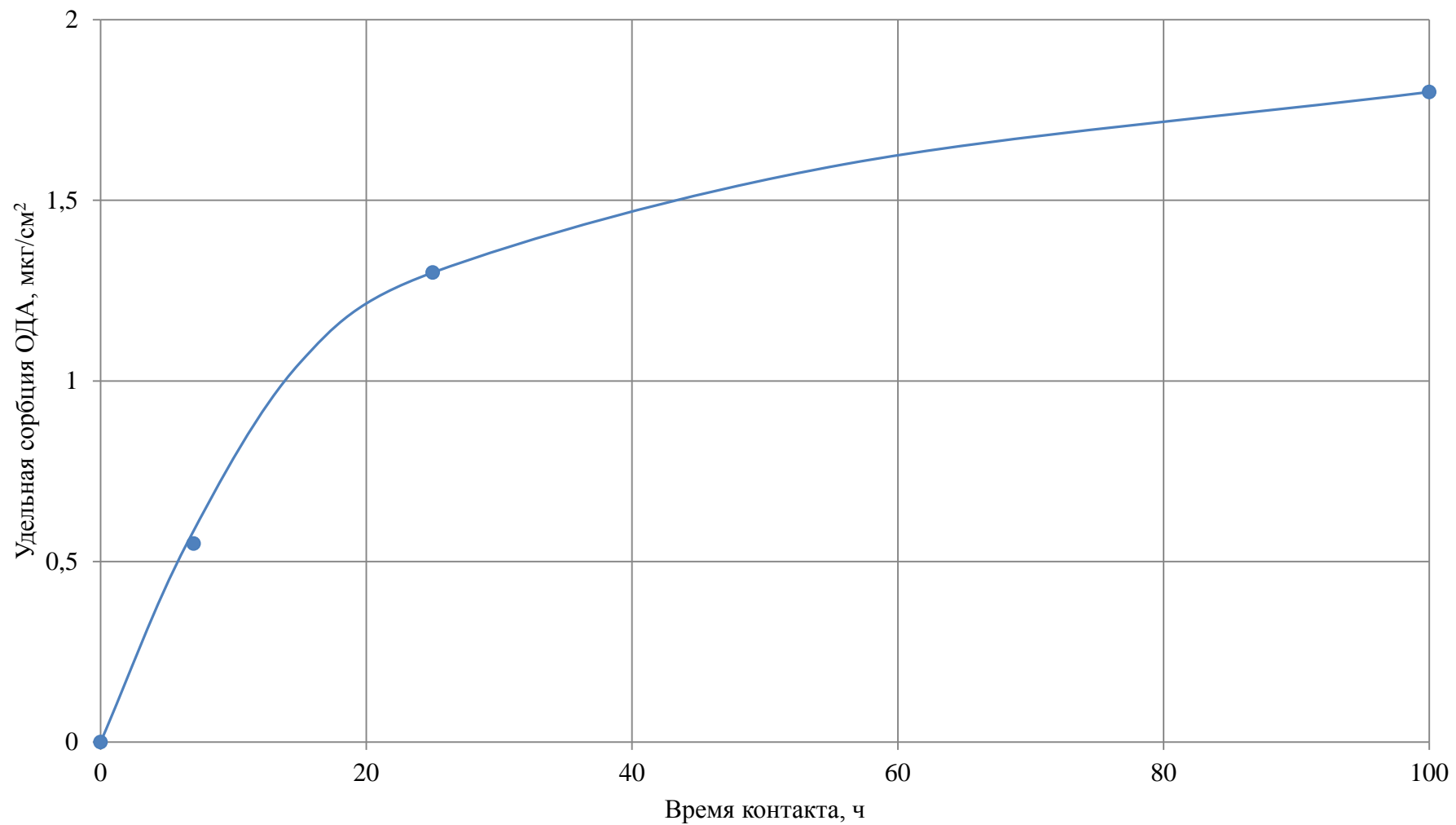


Рис.4 Зависимость удельной сорбции ОДА на поверхности стали 1X18H10T от времени контакта с перегретым паром при  $t = 450-480\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $C_{\text{ОДА}} = 5-50\text{ мг/дм}^3$ )

И.Я. Дубровский, Н.Б. Эскин, А.Н. Тугов, А.В. Анিকেев « Адсорбция октадециламина на котельных сталях в условиях прямоточного котла докритического давления» Теплоэнергетика №7, 2003. С.24 – 26.



Таблица 2. Удельная сорбция ОДА на вырезках труб барабанного котла с давлением 14 МПа после консервации

Место вырезки образцов	Удельная сорбция, мкг/см <sup>2</sup>
Экономайзер (на входе)	151,6
Экономайзер (на выходе)	8,1
Экранные трубы	2,2
Пароперегреватель	0,6

\*Удельная сорбция теоретическая 0,3 мкг/см<sup>2</sup>



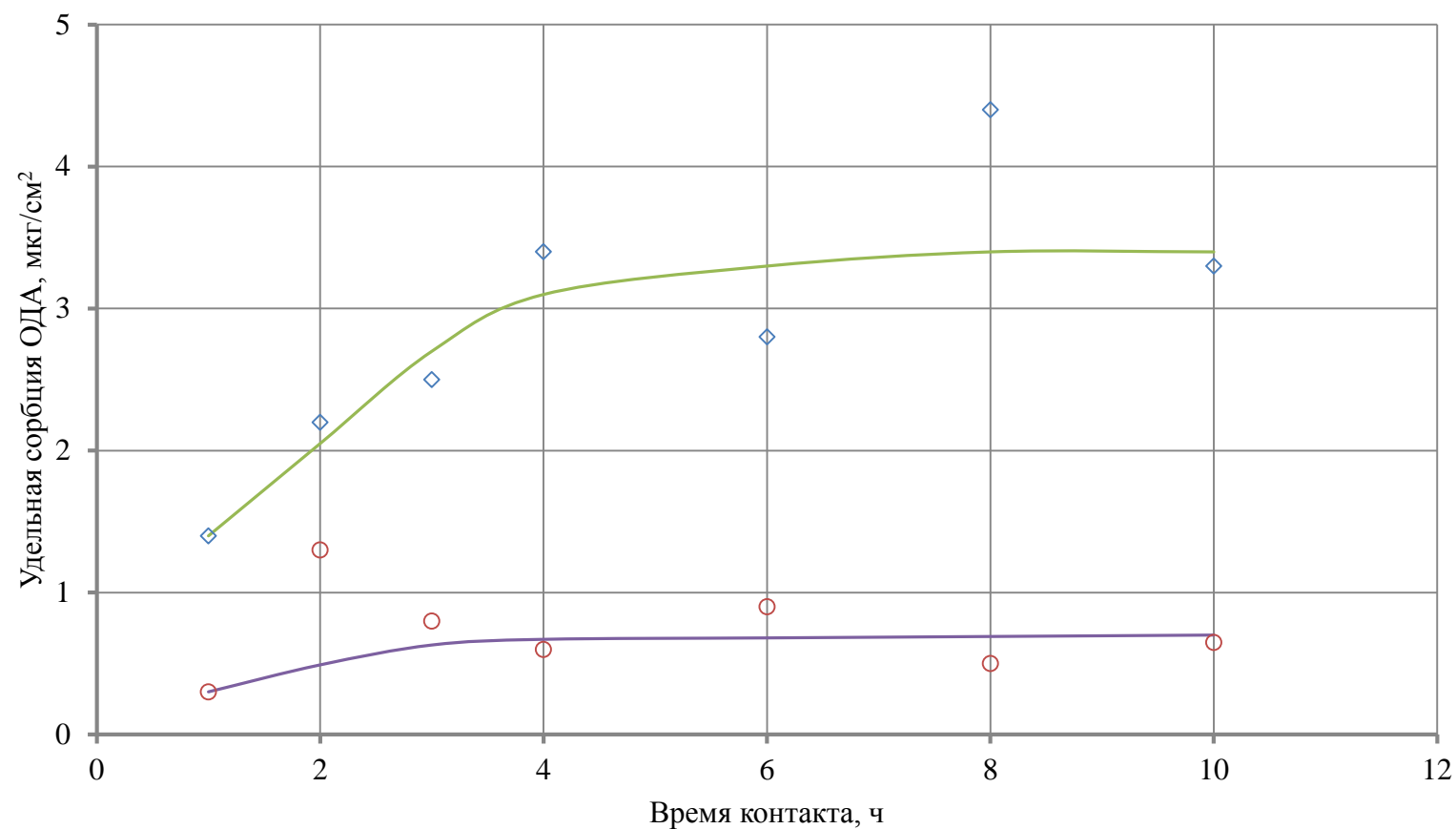


Рис.5. Зависимость удельной сорбции ОДА на поверхности углеродистой стали в воде при температуре 100°C от времени контакта в статических условиях (Сода =50мг/дм<sup>3</sup>) (“зеленая” – поверхность с отложениями; “красная” – поверхность без отложений).

Е.В. Чернышев, И.Н. Трофимов, Т.И. Петрова, В.И. Кашинский Устойчивость защитных пленок октадециламина на поверхности оборудования и влияние их на распределение примесей в слое отложений. Новое в Российской электроэнергетике №6, 2005 год с. 32-37

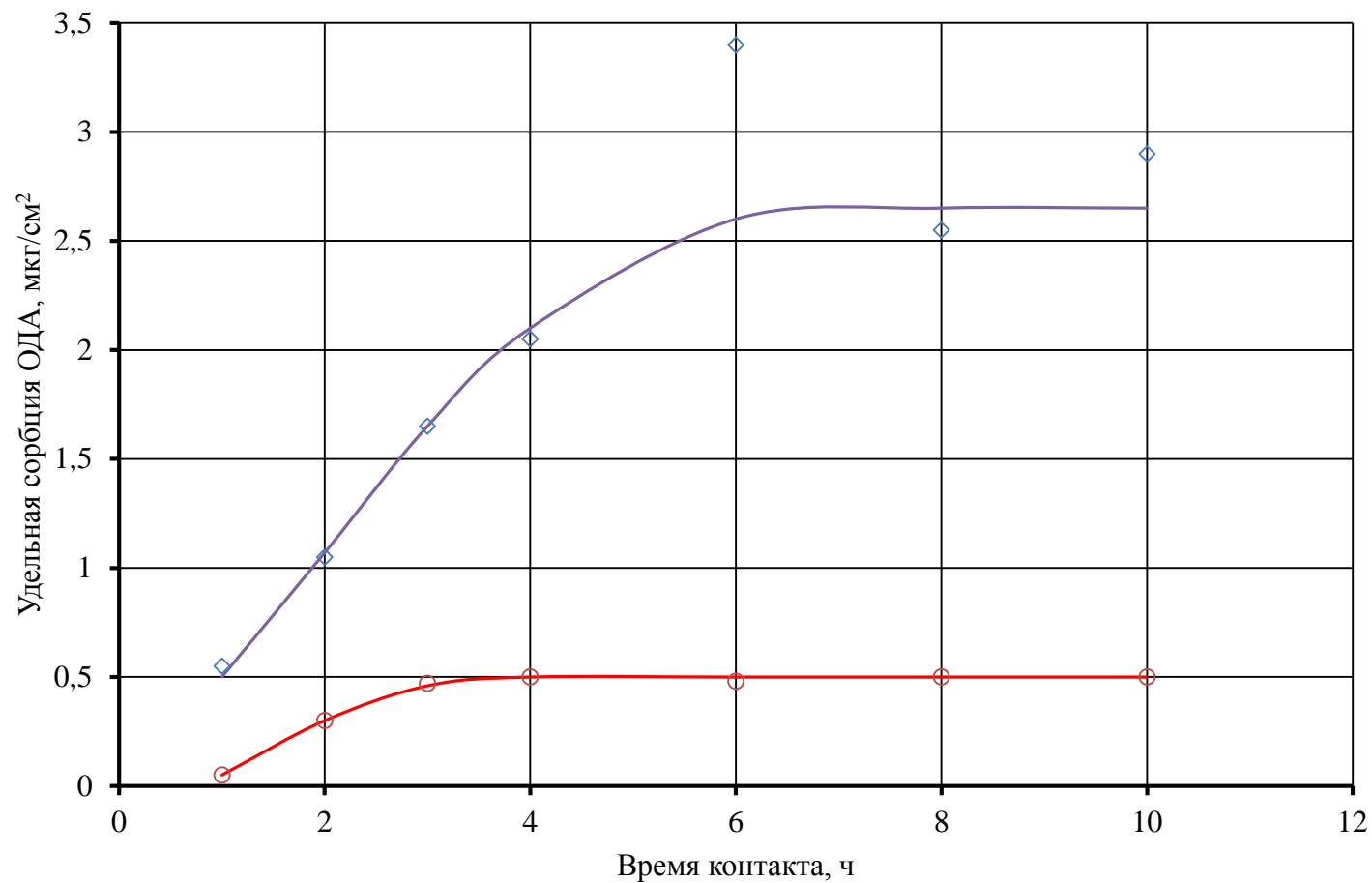


Рис.6. Зависимость удельной сорбции ОДА на поверхности углеродистой стали в воде при температуре 100°C от времени контакта в динамических условиях (  $C_{\text{ОДА}} = 50 \text{ мг/дм}^3$  ) (“фиолетовая” – поверхность с отложениями; “красная” – поверхность без отложений ).

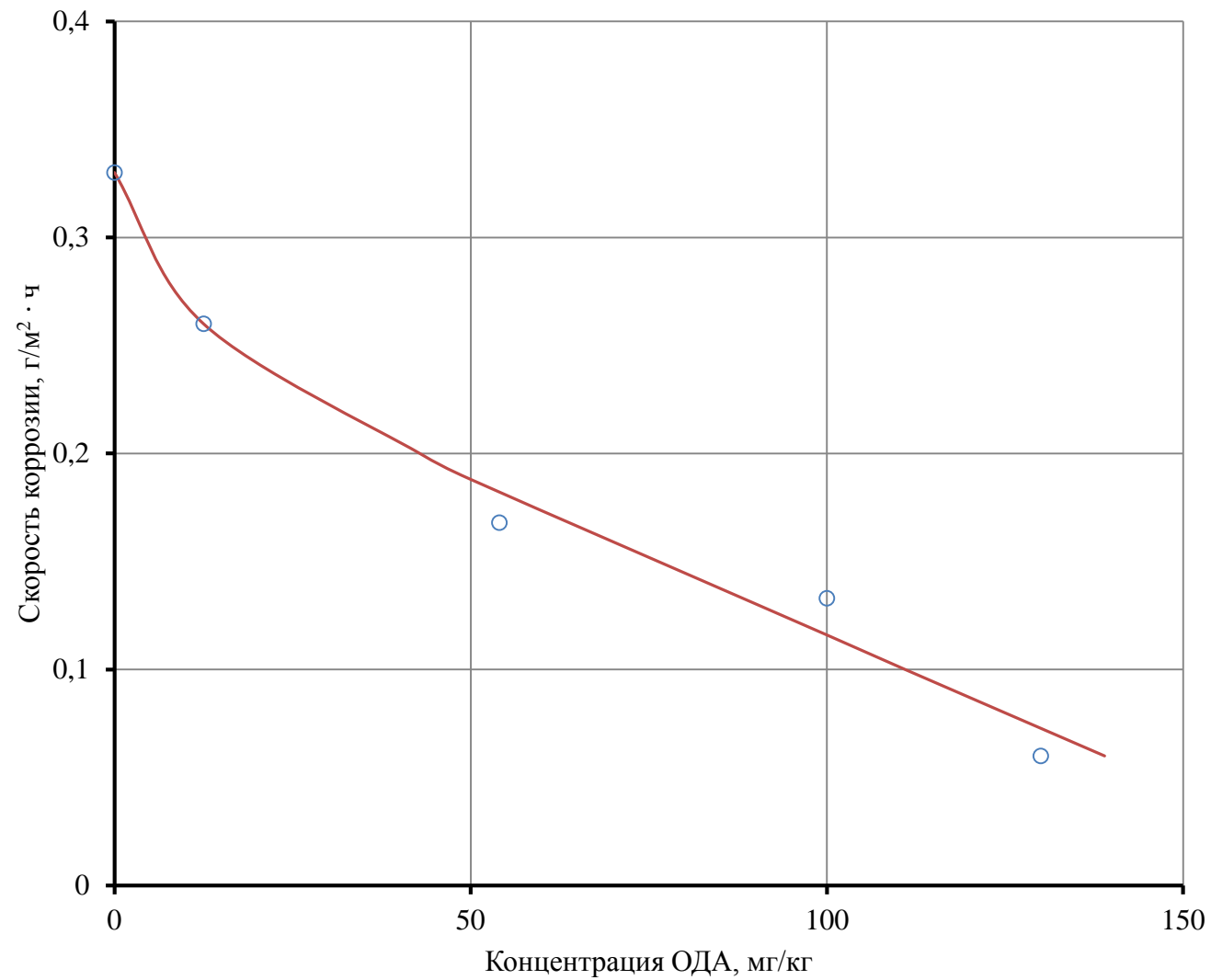


Рис.7 Зависимость скорости коррозии углеродистой стали от концентрации ОДА при температуре 90-100 °С.

Т.И. Петрова, В.И. Кашинский, О.С.Ермаков Влияние температуры на скорость коррозии углеродистой стали в присутствии ОДА. 3-ий международный конгресс «Защита», 8-11июля, 1998, Москва, Россия. -М.:Нефть и газ.

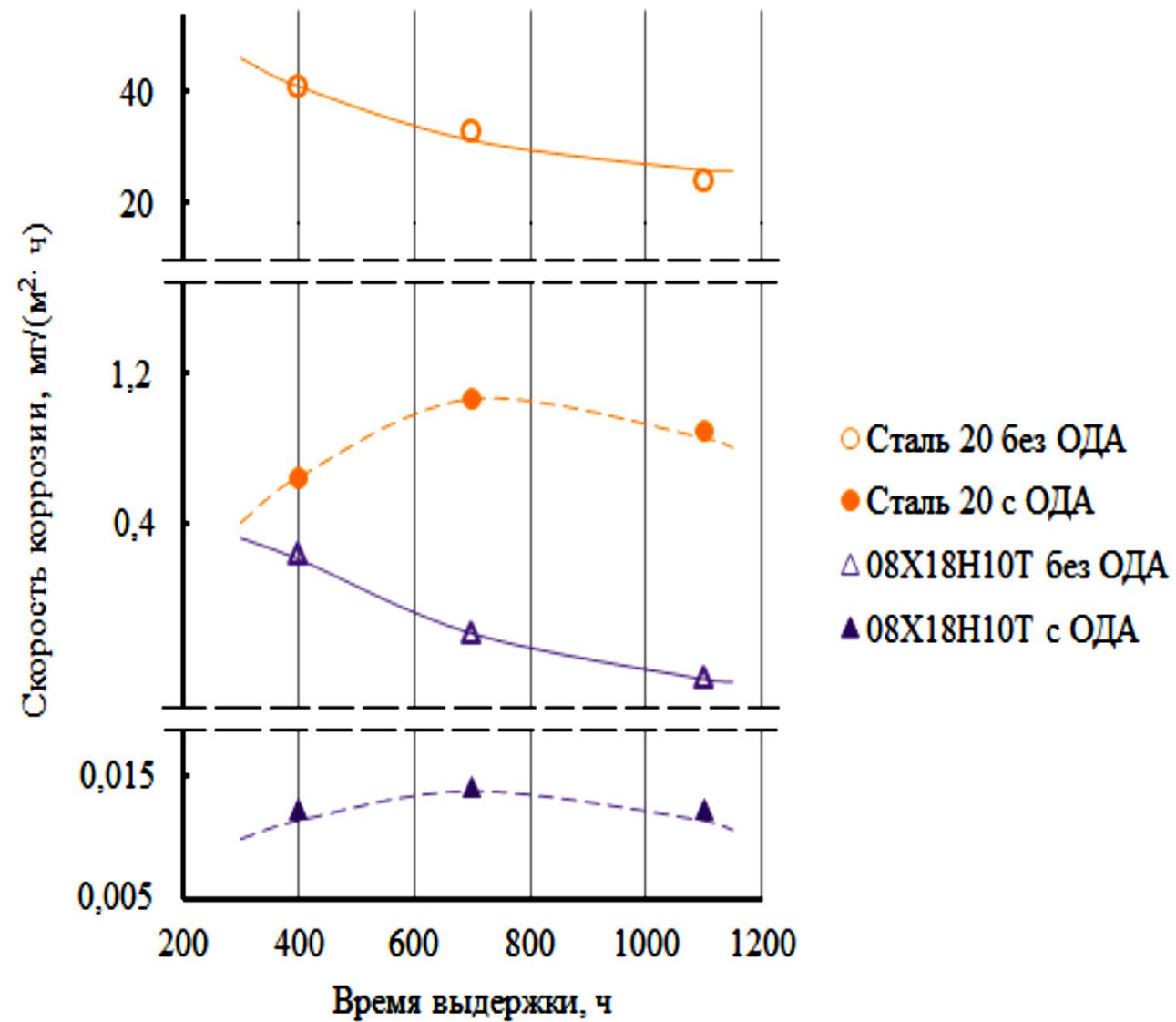


Рис. 8. Скорость коррозии образцов из различных материалов в воде. ( $t=85^{\circ}\text{C}$ ,  $w=0.1$  м/с,  $\text{pH}=8.2$ ,  $\tau=8$  ч)

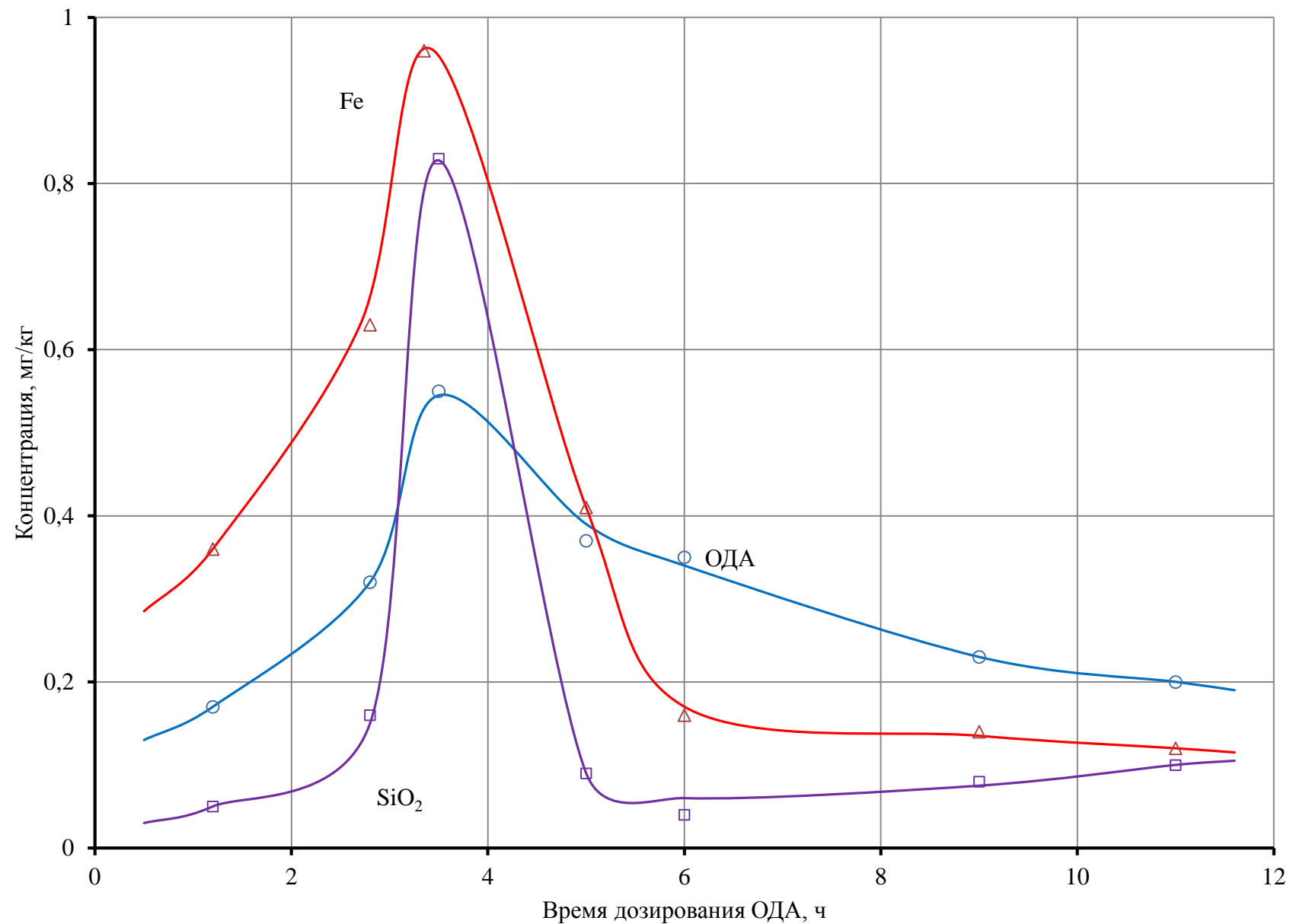


Рис 9. Изменение концентраций ОДА, Fe, SiO<sub>2</sub> от продолжительности дозирования ОДА в процессе консервации котла.

Т.И.Петрова , В.А. Рыженков, А.В. Куршаков, А.А.Зройчиков, В.Ф.Чернов, И.В.Галас «Применение плёнкообразующего амина для консервации теплотехнического оборудования на ТЭЦ-23 «Мосэнерго». Теплоэнергетика №9, 2003. С.56-60.

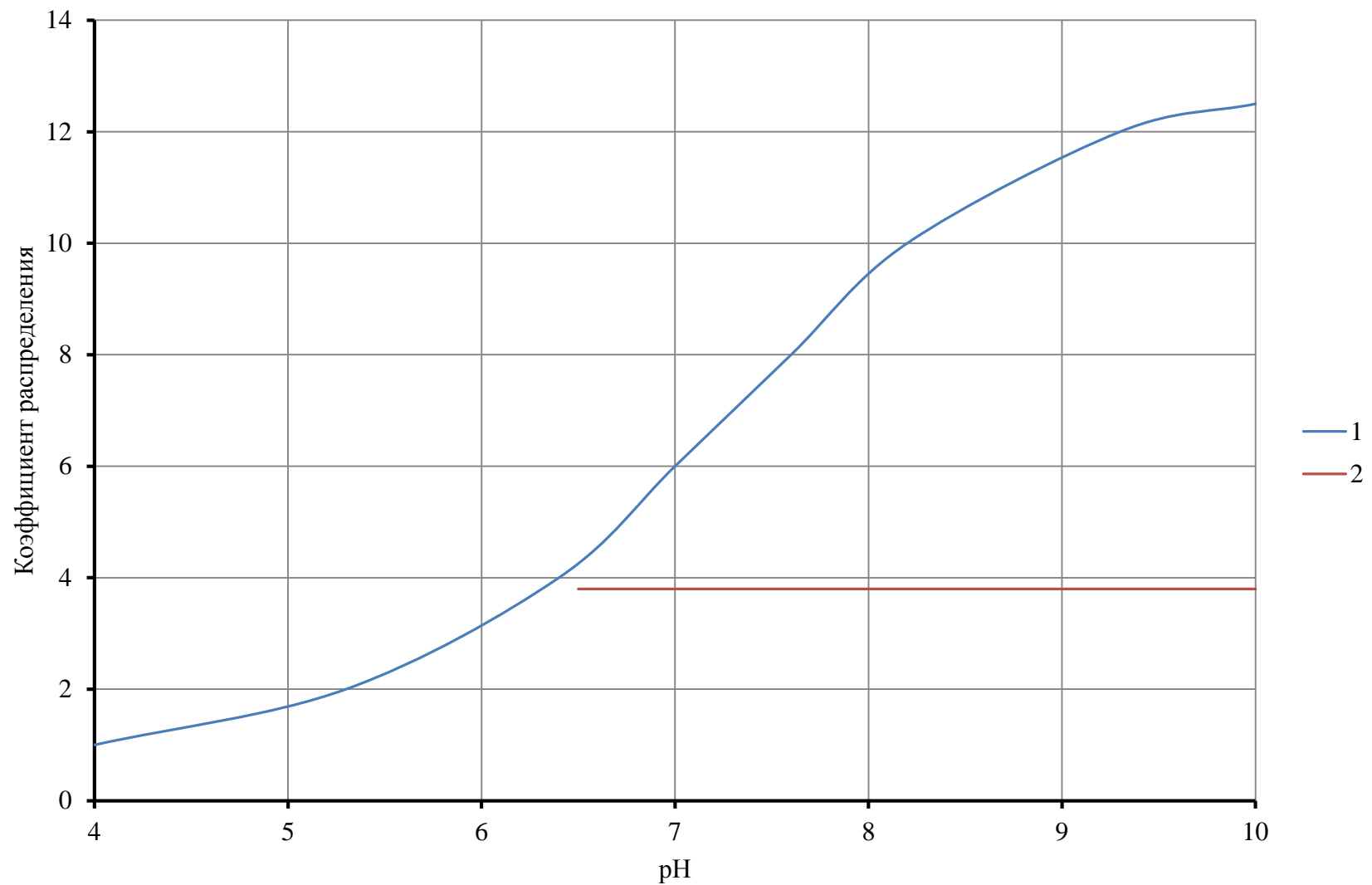


Рис. 10 Зависимость коэффициента распределения ОДА от рН. 1 –P=2,9 МПа; 2- P= 15,2 МПа

Г.А.Филиппов, Г.А. Салтанов, А.Н. Кукушкин Гидродинамика и теплообмен в присутствии ПАВ. Энергоатомиздат, Москва, 1988.

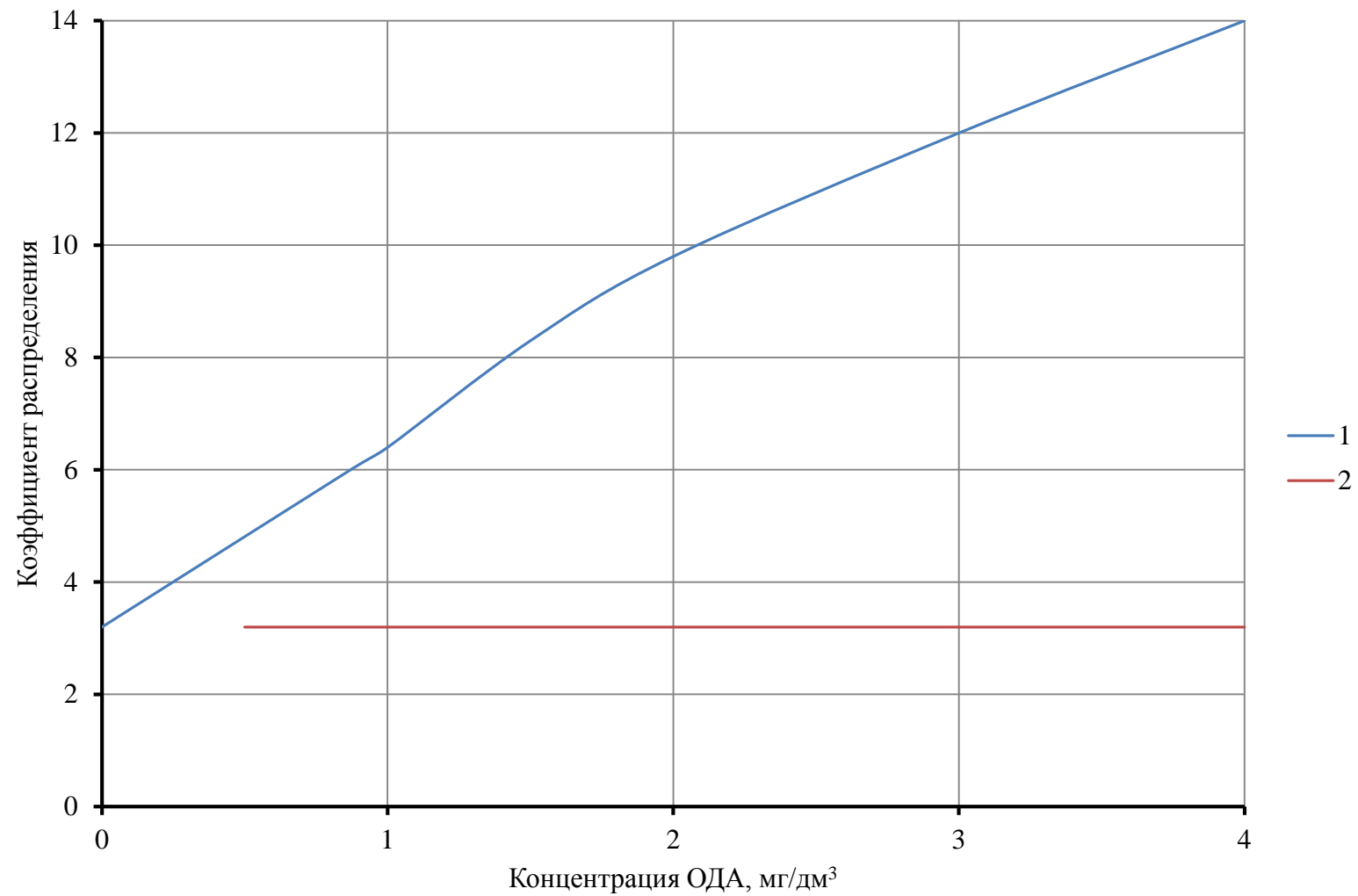


Рис.11 Коэффициент распределения ОДА в зависимости от его концентрации в воде. 1 – $P=2,9$  МПа; 2-  $P= 15,2$  МПа



Таблица 3. Концентрация отдельных компонентов на поверхности слоя отложений

Элемент	Содержание, %		
	До консервации	После консервации	После отмывки
Железо ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	62.66	62.38	62.99
Хлориды ( $\text{Cl}^-$ )	0.04	0.29	0.27
Кремний ( $\text{SiO}_2$ )	1.00	1.41	0.96
Кислород ( $\text{O}_2$ )	31.40	30.98	31.35



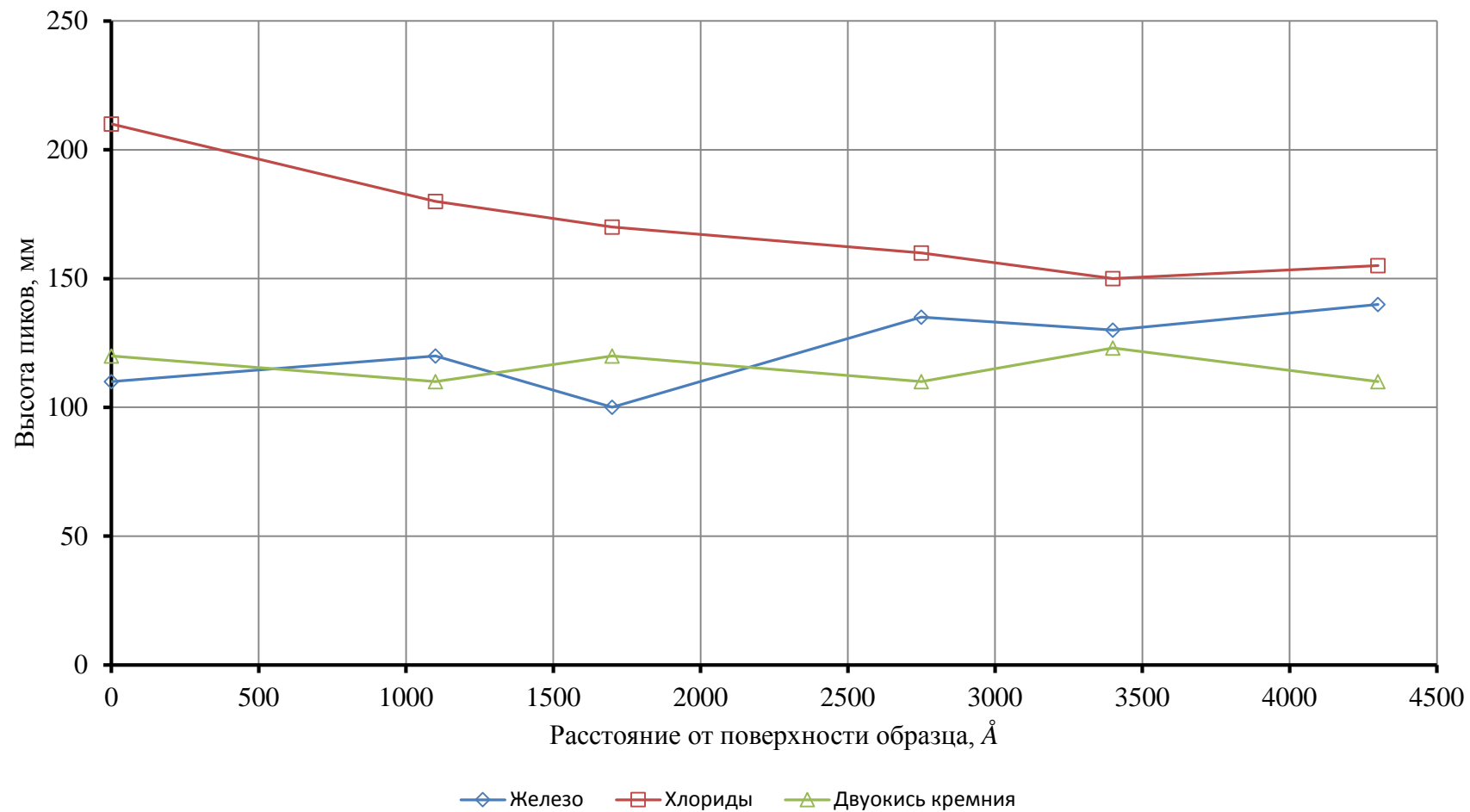


Рис.12 Зависимость высот пиков J ряда элементов от расстояния от поверхности металла до консервации.

Е.В. Чернышев, И.Н. Трофимов, Т.И. Петрова, В.И. Кашинский Устойчивость защитных пленок октадециламина на поверхности оборудования и влияние их на распределение примесей в слое отложений. Новое в Российской электроэнергетике №6, 2005 год с. 32-37

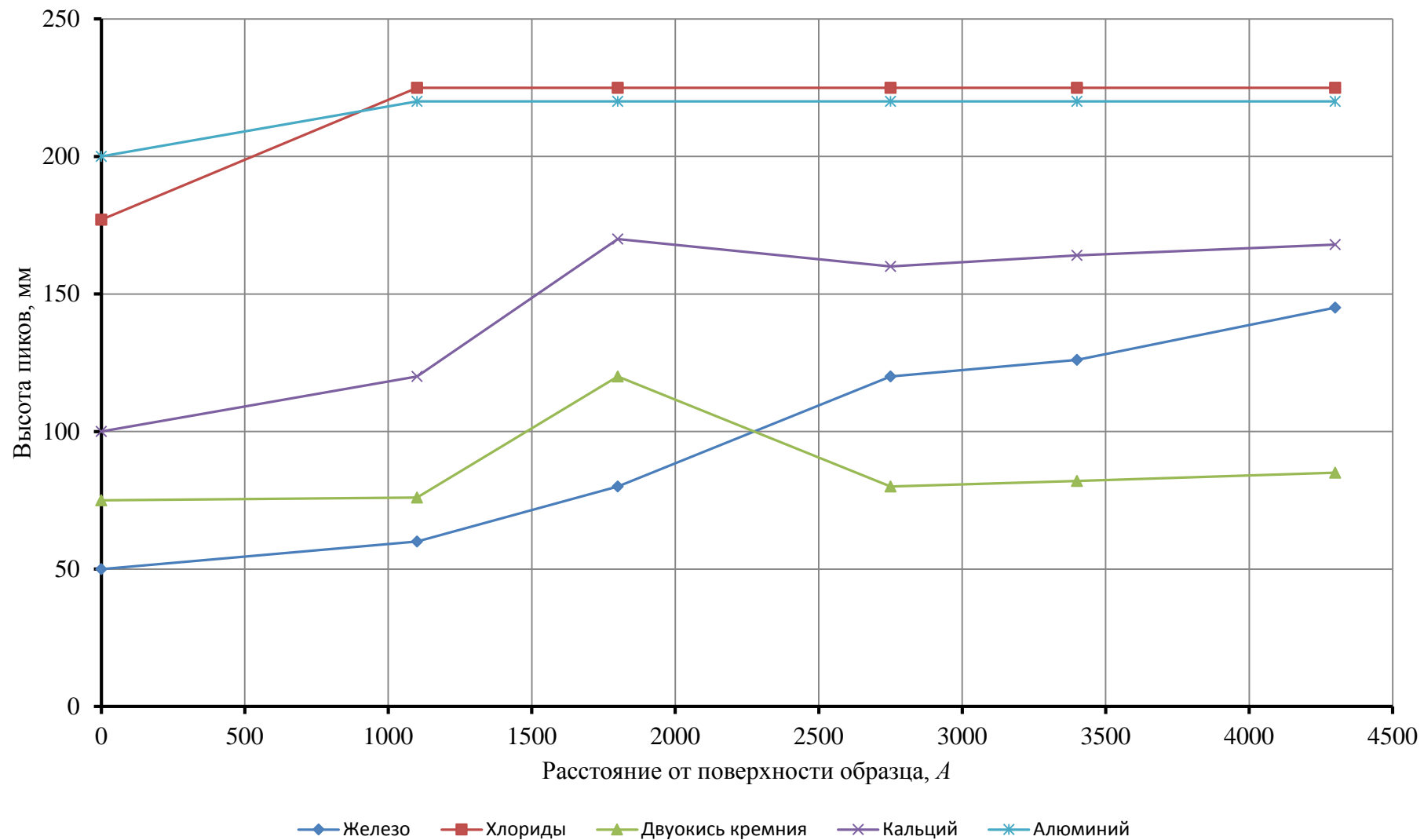


Рис.16. Зависимость высот пиков J ряда элементов от расстояния от поверхности металла после консервации ( $C_{\text{ода}}=50\text{мг/дм}^3$ )



Таблица 4. Рабочая обменная емкость катионита КУ-2-8 ЧС и анионита АВ-17

Рабочая обменная емкость, мг-экв/см <sup>3</sup>			
КУ-2-8 ЧС		АВ-17	
без ОДА	с ОДА	без ОДА	с ОДА
0.43	0.39	0.32	0.36

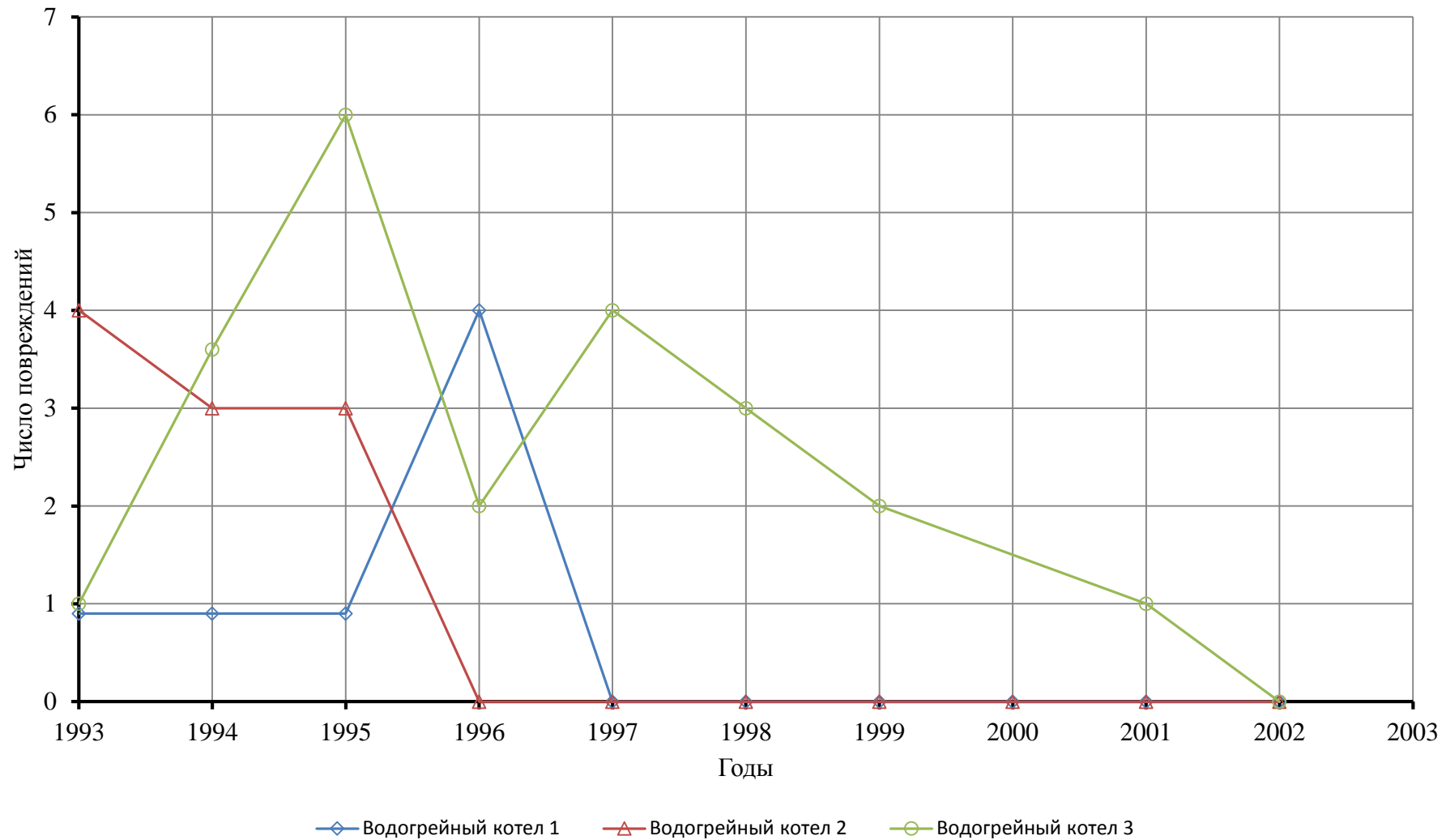


Рис.17 Повреждаемость поверхностей нагрева водогрейных котлов на ТЭЦ-23 «Мосэнерго» в период с 1993 по 2002 год.

Т.И. Петрова , В.А. Рыженков, А.В. Куршаков, А.А. Зройчиков, В.Ф.Чернов, И.В. Галас «Применение плёнкообразующего амина для консервации теплотехнического оборудования на ТЭЦ-23 «Мосэнерго». Теплоэнергетика №9, 2003. С.56-60.



Таблица 5. Относительные затраты на реализацию различных способов консервации котлов.

Производительность котла, т/ч	Метод консервации			
	С использованием ОДА	Гидразинная обработка при низкой температуре	Гидразинная «выварка»	Поддержание избыточного давления
100 - 160	0.17	1	2.28	2.75
420	0.11	1	2.21	0.26

Т.И. Петрова, В.А. Рыженков, А.В. Куршаков, А.А. Зройчиков, В.Ф.Чернов, И.В. Галас «Применение плёнкообразующего амина для консервации теплотехнического оборудования на ТЭЦ-23 «Мосэнерго». Теплоэнергетика №9, 2003. С.56-60.

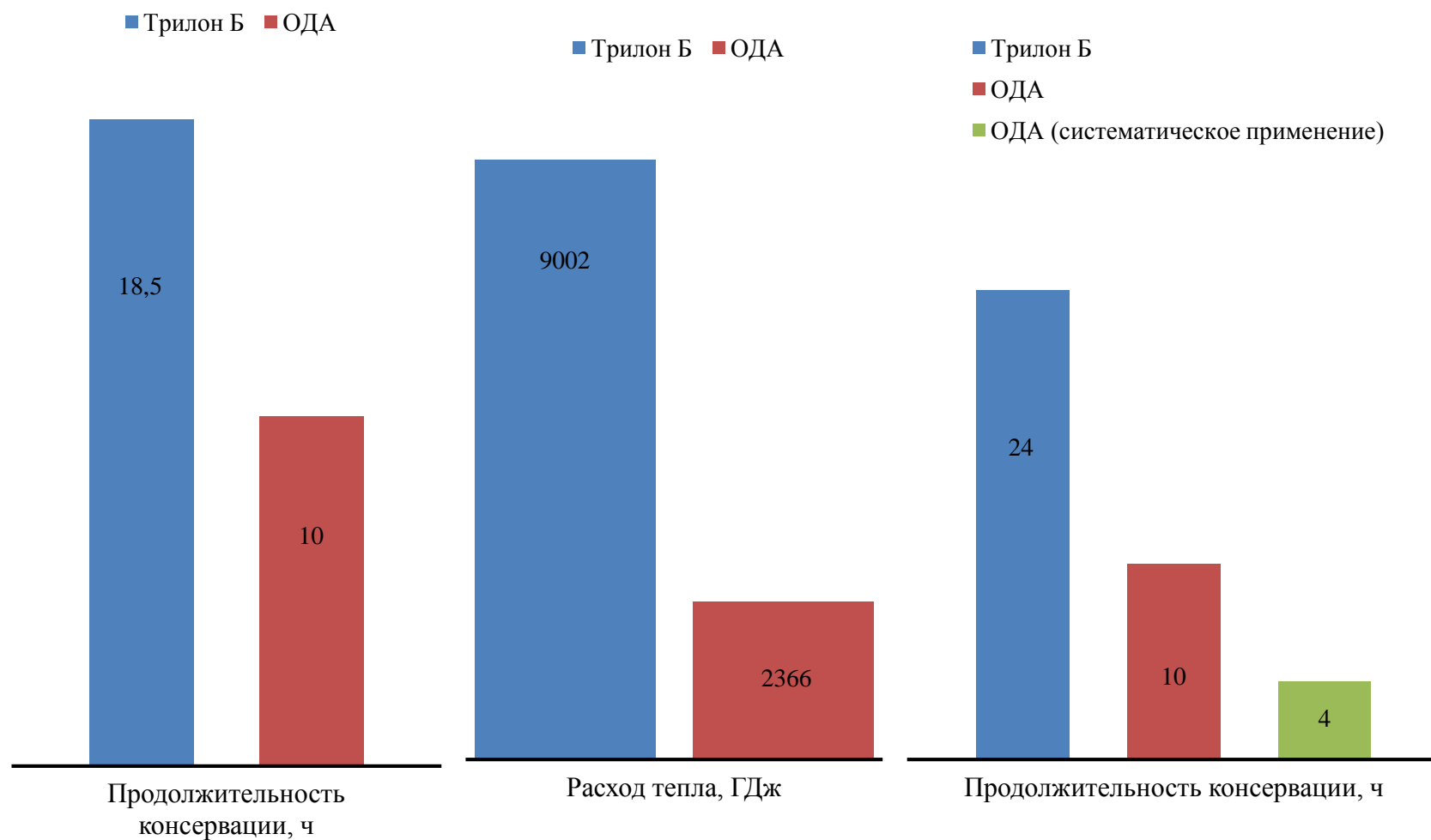


Рис.18 Результаты испытаний при 2-х методах консервации барабанного котла : с использованием Трилона Б и ОДА.

Т.И. Петрова , В.А. Рыженков, А.В. Куршаков, А.А. Зройчиков, В.Ф.Чернов, И.В. Галас «Применение плёнкообразующего амина для консервации теплотехнического оборудования на ТЭЦ-23 «Мосэнерго». Теплоэнергетика №9, 2003. С.56-60.



# Выводы

1. ОДА образует на поверхности металлов гидрофобную плёнку, которая способствует снижению скорости коррозии конструкционных материалов.
2. Удельная сорбция ОДА зависит от температуры, среды (водяной пар, вода), рН и типа конструкционного металла.
3. ОДА является летучим соединением: коэффициент распределения ОДА выше 1.
4. В процессе использования ОДА для консервации энергетического оборудования происходит удаление отложений с поверхностей оборудования.