

УДК 658.38

ХПК и БПК₅ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ СЕРИИ АМДОР ИК

© В.И. Вигдорович, А.Г. Шубина, И.Е. Перепелкина

Vigdorovich V.I., Shubina A.G., Perepelkina I.E. Chemical and biochemical consumption of oxygen by water solutions of corrosion inhibitors (series AMDOR IK). The article considers generalised parameters of water quality, i.e. chemical and biochemical consumption of oxygen following the introduction of inhibiting solutions (AMDOR IK) and its components.

ВВЕДЕНИЕ

Борьба с коррозией металлов, в том числе разработка и применение ингибирующих составов, позволяет решить ряд проблем, к числу которых можно отнести снижение негативного антропогенного воздействия на окружающую среду. Защита металлоконструкций и металлоизделий от коррозионного разрушения позволяет не только продлить срок их эксплуатации, но и уменьшить риск техногенных катастроф, снизить загрязнение окружающей среды продуктами коррозионного распада. Однако нельзя исключить возможность попадания ингибиторов коррозии и их составляющих как в атмосферу и почву, так и в воды различных категорий водопользования. Поэтому целью наших исследований явилась оценка обобщенных показателей качества воды (химическое (ХПК) и биохимическое (БПК₅) потребление кислорода) при введении в нее ингибиторов коррозии серии АМДОР ИК, поскольку они для рассматриваемых композиций не известны, хотя и представляют их важную экологическую характеристику.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

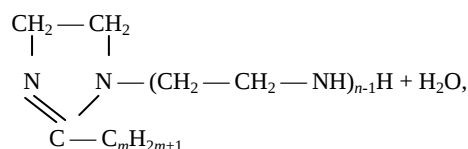
Объекты исследования – водные растворы ингибиторов сероводородной и углекислотной коррозии АМДОР ИК-1, АМДОР ИК-2 и АМДОР ИК-3 и компонентов, входящих в их состав. Рассматриваемые ингибиторы серии АМДОР ИК состоят из 20 мас. % активной формы и 80 мас. % растворителя сложного состава (табл. 1).

Активная форма представлена смесью полиаминоамидов с полиаминоимидазолинами:

Таблица 1

Состав исследуемых композиций

Ингибитор	С(компоненты), мас. %				
	активная форма	не-онол	кери-син	метанол	толуол
АМДОР ИК-1	20	5	—	75	—
АМДОР ИК-2		5	7	—	68
АМДОР ИК-3		5	—	55	20



$$n = 3-6, m = 15-17.$$

Концентрация ингибиторов в водных растворах составила 80, 40, 20 и 10 мг/л. Экспериментально определяли также ХПК и БПК₅ растворов активной формы ($C = 20, 10, 5$ и $2,5$ мг/л), метанола ($C(CH_3OH) = 10, 5, 2,5$ и $1,25$ ммоль/л), неонала, толуола и керосина ($C = H, H:2, H:4, H:8$, где H – концентрация насыщенения).

Определение ХПК велось в соответствии с РД 52.24.421-95 [1], БПК₅ – в соответствии с РД 52.24.420-95 [2].

Результаты анализов на ХПК и БПК₅ водных растворов рассматриваемых ингибиторов и их составляющих оценивали с учетом предельно-допустимой концентрации (ПДК) для коммунально-бытовых вод [3]: ПДК(ХПК) = 30 мгО₂/л, ПДК(БПК₅) = 6 мгО₂/л.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оценивалась дихроматная окисляемость ингибиторов АМДОР ИК, под которой понималось количество кислорода, эквивалентное количеству расходуемого окислителя ($K_2Cr_2O_7$) на окисление исследуемых составов. Согласно [1], при кипячении в 50 %-ной по объему серной кислоте, дихромат калия окисляет большинство органических и некоторых неорганических веществ. Для большей полноты окисления вводили в качестве катализатора сульфат серебра.

Результаты анализов, проведенных на ХПК водных растворов АМДОР ИК-1, АМДОР ИК-2 и АМДОР ИК-3 в исследуемом концентрационном интервале, представлены на рис. 1. Для водных растворов рассматриваемых составов характерно увеличение ХПК с ростом их концентрации. Во всех системах наблюдается значительное превышение ПДК(ХПК) для коммунально-

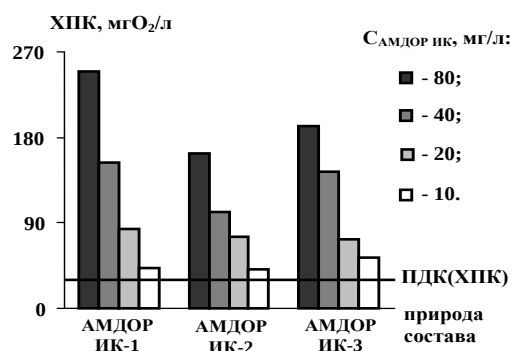


Рис. 1. Зависимость ХПК растворами ингибиторов серии АМДОР ИК от концентрации и природы состава

бытовых вод. Разбавление растворов до $C_{\text{АМДОР ИК}} = 10$ мг/л ведёт к снижению ХПК, однако его значение по-прежнему не соответствует нормативному показателю.

Растворы активной формы, являющейся обязательной составной частью исследуемых ингибиторов, характеризуются некоторым уменьшением химического потребления кислорода по сравнению с АМДОР ИК-1, АМДОР ИК-2 и АМДОР ИК-3, но ПДК(ХПК) остается превышенной (табл. 2).

В состав товарных форм АМДОР ИК входят, кроме активного начала, компоненты растворителя. Так, метанол – одна из составляющих АМДОР ИК-1 и АМДОР ИК-3 (таблица 1). Индивидуальный CH_3OH – сильный яд, $\text{ПДК}_b(\text{CH}_3\text{OH}) = 3$ мг/л [4]. ХПК метанола уменьшается с разбавлением раствора, но в изученном концентрационном интервале

$\text{ХПК}(\text{CH}_3\text{OH}) > \text{ПДК}(\text{ХПК})$.

Таблица 2

ХПК и БПК₅ растворами, содержащими компоненты АМДОР ИК

Компонент	Концентрация компонента	ХПК, мгО ₂ /л	БПК ₅ , мгО ₂ /л
активная форма	20 мг/л	105	18
	10 мг/л	87	15
	5 мг/л	60	11
	2,5 мг/л	32	7
метанол	10 ммоль/л	111	25
	5 ммоль/л	63	23
	2,5 ммоль/л	84	19
	1,25 ммоль/л	48	9
неонол	Н	106	37
	Н:2	90	35
	Н:4	72	27
	Н:8	39	14
толуол	Н	138	22
	Н:2	101	15
	Н:4	90	10
	Н:8	62	7
керосин	Н	148	50
	Н:2	109	24
	Н:4	88	22
	Н:8	44	7

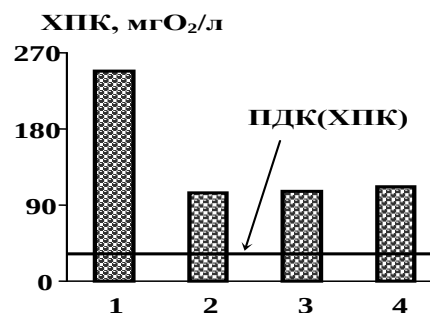


Рис. 2. ХПК растворами АМДОР ИК-1 и его составляющих: 1 – АМДОР ИК-1 ($C = 80$ мг/л); 2 – активная форма ($C = 20$ мг/л); 3 – неонол (концентрация насыщения); 4 – метанол ($C = 10$ ммоль/л)

Неонол, толуол и керосин, также используемые для получения готовой формы компоненты растворителя сложного состава, плохо растворимы в воде. Поэтому нами получено ХПК их насыщенных растворов (табл. 2). Как в случае неонола, так и в случае для толуола и керосина отмечается превышение ПДК(ХПК) во всем рассмотренном интервале разведений их насыщенных растворов.

На рис. 2 приведены значения ХПК растворов АМДОР ИК-1 и его составляющих. Видно, что на окисление товарной формы ингибирующего состава расходуется больше кислорода, эквивалентного количеству расходуемого окислителя, чем на аналогичный процесс в случае компонентов, составляющих рассматриваемый ингибитор. Для АМДОР ИК-2 и АМДОР ИК-3 качественно картина остается прежней.

При сравнении величин ХПК, полученных для исследуемых ингибиторов, наблюдается ряд:

$$\text{ХПК(АМДОР ИК-1)} > \text{ХПК(АМДОР ИК-3)} > \text{ХПК(АМДОР ИК-2)}, \quad (1)$$

действительный для $C_{\text{АМДОР ИК}} = 80, 40$ и 20 мг/л.

При $C_{\text{АМДОР ИК}} = 10$ мг/л ряд (1) трансформируется к виду

$$\text{ХПК(АМДОР ИК-3)} > \text{ХПК(АМДОР ИК-1)} > \text{ХПК(АМДОР ИК-2)}. \quad (2)$$

Наряду с химическим потреблением кислорода БПК₅ является одной из основных характеристик окисляемости компонентов вод различного назначения. Экспериментально полученные значения БПК₅ водных растворов рассматриваемых ингибиторов представлены на рис. 3. В этих системах наблюдается уменьшение величины биохимического потребления кислорода с разбавлением растворов. Однако во всех случаях имеет место превышение ПДК(БПК₅) для коммунально-бытовых вод. Как и в случае ХПК, АМДОР ИК-1 обладает наибольшими значениями БПК₅ по сравнению с таковыми для АМДОР ИК-2 и АМДОР ИК-3. По БПК₅ реализуется ряд:

$$\text{БПК}_5(\text{АМДОР ИК-1}) > \text{БПК}_5(\text{АМДОР ИК-3}) > \text{БПК}_5(\text{АМДОР ИК-2}). \quad (3)$$

Неравенство (3) выполняется для всего изученного интервала содержания ингибиторов.

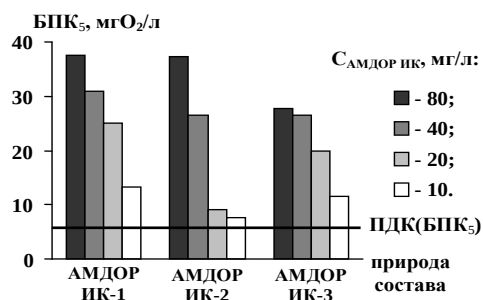


Рис. 3. Зависимость БПК₅ от концентрации и природы ингибитора

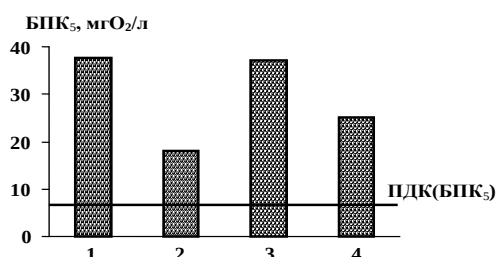


Рис. 4. БПК₅ растворами АМДОР ИК-1 и его составляющих: 1 – АМДОР ИК-1 ($C = 80$ мг/л); 2 – активная форма ($C = 20$ мг/л); 3 – неонол (концентрация насыщения); 4 – метанол ($C = 10$ ммоль/л)

В таблице 2 представлена величина БПК₅ как функция концентрации активной формы: с уменьшением содержания активной формы в растворе биохимическое потребление кислорода убывает, но отсутствует соответствие с ПДК(БПК₅). Аналогичная зависимость наблюдается для растворов метанола, толуола, неонла и керосина (табл. 2).

Из сравнения величин БПК₅, полученных для ингибиторов и их компонентов, следует, что ожидаемое неравенство БПК₅(ингибирующий состав) > БПК₅(компонент состава) экспериментально подтверждается только в случае АМДОР ИК-1 (табл. 2 и рис. 3–4). Вероятно, это обусловлено низкой способностью микрофлоры к разложению органических соединений, совместно присутствующих в составе АМДОР ИК-2 и АМДОР ИК-3.

Принципиальную возможность биохимического окисления вещества можно установить по некоторому эффективному показателю A ($A = \text{БПК}/\text{ХПК}$ [5]): если $A > 0,5$ – соединения поддаются биохимическому окислению. При оценке значения A в данной работе использовалось БПК₅, т. е. определялась величина, характеризующая возможность биохимического окисления содержащихся в воде органических веществ в течение 5 суток (табл. 3).

Из результатов, представленных в таблице 3, следует, что исследуемые ингибиторы, присутствуя в растворе в концентрации 80...10 мг/л, практически не поддаются биохимическому окислению ($A < 0,5$). Вместе с тем, отмечается определенная тенденция к росту показателя A с разбавлением раствора.

Таблица 3

Величина A растворов ингибиторов коррозии серии АМДОР ИК

Ингибитор	$C_{\text{ингибитора}}$, мг/л	A
АМДОР ИК-1	80	0,15
	40	0,20
	10	0,31
АМДОР ИК-2	80	0,23
	40	0,26
	10	0,19
АМДОР ИК-3	80	0,14
	40	0,18
	10	0,22

Таблица 4

Коэффициенты разведения по ХПК (K_1) и БПК₅ (K_2) для доведения растворов ингибиторов коррозии серии АМДОР ИК до нормативно чистых

Ингибитор	C , мг/л	K_1	K_2
АМДОР ИК-1	80	8,3	6,3
	40	5,1	5,1
	20	2,7	4,0
	10	1,4	2,2
АМДОР ИК-2	80	5,4	6,2
	40	3,1	4,4
	20	2,4	1,8
	10	1,4	1,3
АМДОР ИК-3	80	6,4	4,6
	40	4,8	4,4
	20	2,6	3,2
	10	1,8	1,9

Так как полученные экспериментально значения ХПК и БПК₅ ингибирующих составов превышают соответствующие ПДК для коммунально-бытовых вод, были рассчитаны коэффициенты разведения изученных растворов для доведения ХПК и БПК₅ до нормативных требований (табл. 4).

ЛИТЕРАТУРА

1. РД 52.24.421-95. Методические указания. Определение химического потребления кислорода в водах. Ростов-н/Д, 1995. 10 с.
2. РД 52.24.420-95. Методические указания. Определение в водах биохимического потребления кислорода скляночным методом. Ростов-н/Д, 1995. 14 с.
3. Вигдорович В.И., Дружинина Е.В. // Проблемы химии и химической технологии: Матер. докл. X межрегион. науч.-техн. конф. Тамбов, 2003. С. 121-124.
4. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Экология. Химические аспекты и проблемы. Ч. 2. Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 1995. 220 с.
5. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Экология. Химические аспекты и проблемы. Ч. 1. Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 1994. 148 с.

Поступила в редакцию 9 июня 2004 г.