НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

УДК [614.842.612:544.723]:[546.132+577.112.342+546.171.1]
DOI 10.26456/vtchem2026.3.11

АБСОРБЕНТЫ КИСЛОРОДА НА ОСНОВЕ КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОБАЛЬТА(II) С ДИАМИНАМИ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ СИСТЕМ

В.В. Шаповалов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «НИИ Реактивэлектрон» Министерства образования и науки Российской Федерации, г. Донецк

Более 30% пожаров развиваются в замкнутых или изолированных объемах. Снижение в них концентрации кислорода до ~14% при наличии обычных горючих материалов, или до ~5% при наличии материалов с низким нижним концентрационным пределом воспламенения, значительно затруднит возникновение и распространение пожара. В качестве средств уменьшения концентрации кислорода интерес представляют химические сорбенты кислорода. Рассмотрены процессы абсорбции кислорода растворами координационных соединений кобальта(II) с азотсодержащими лигандами 1,1-фенантролином и этилендиамином. Показано, что увеличение донорной силы атомов азота в лигандах способствует как увеличению скорости абсорбции кислорода, так и емкостных характеристик абсорбентов. В лабораторной установке установлено снижение концентрации кислорода в воздухе до 14% в течение нескольких десятков секунд. Минимальная остаточная концентрации кислорода в условиях проведенных экспериментов составила 1.7% O_2.

Ключевые слова: *система пожаротушения, двухвалентный кобальт, фенантролин, этилендиамин, аммиак, кислород, абсорбция.*

Введение

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы [1-3]. При этом до 36% пожаров происходят в изолированных объектах, расположенных на промышленных предприятиях, на транспорте, в шахтах, горных выработках, метрополитенах; в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения, объектах, использующих легковоспламеняющиеся вещества [4]. Система пожаротушения – одно из самых эффективных средств борьбы с пожарами на их начальной стадии [5]. Горение большинства веществ

© Шаповалов В.В., 2026

прекращается при снижении содержания кислорода в окружающей среде до 12-15% (объемных) и до ~5% для веществ с широкими концентрационными пределами воспламенения (водород, ацетилен), а также металлов (калий, натрий и др.), некоторых гидридов металлов и металлоорганических соединений [6]. Вследствие этого интерес могут вызывать системы пожаротушения, в которых кислород в пожароопасной зоне будет удаляться физическими или химическими способами. Из физических методов можно выделить мембранный метод разделения воздуха [7–9] и метод короткоцикловой адсорбции [10]. Однако они характеризуются сложным оборудованием, значительным расходом электроэнергии и малой скоростью процесса. Перспективными представляется метод адсорбции кислорода химическими реагентами. Самыми эффективными природными соединениями, способными связывать кислород, являются комплексы на основе железа, такие как гемоглобин и миоглобин [11], гемэритрин [12], на основе меди – гемоцианин (голубая кровь) [13]. Из известных в настоящее время синтетических соединений, связывающих молекулярный кислород, большую часть составляют координационные соединения двухвалентного кобальта(II) с различными азотсодержащими химическими соединениями-лигандами: аминами, аминокислотами, порфиринами и др. [14, 15]. Эти соединения ранее рассматривались как модели природных переносчиков кислорода и вещества для разделения воздуха. Кислород такими соединениями абсорбируется при пониженной температуре и выделяется при повышении температуры или снижении давления. Однако необратимое окисление кобальта(II) в кобальт(III) резко сузило область применения этих соединений как переносчиков кислорода для практических целей. Вместе с тем прочное связывание кислорода является положительным фактом при использовании абсорбентов в системах противопожарной защиты, когда необходимо именно быстрое и прочное связывание кислорода. Как отмечено выше, в состав координационных соединений кобальта, сорбирующих молекулярный кислород, входят органические соединения, которые могут существенно отличаться устойчивостью при длительном хранении и повышенной температуре. В качестве устойчивых органических лигандов, образующих координационные соединения с кобальтом нами выбраны такие диамины как 1,10-фенантролин $C_{12}H_8N_2$ (Phen) и этилендиамин $H_2NCH_2CH_2NH_2$ (En).

В [16] установлено, что изменение светло-желтой окраски анаэробного раствора дифенантролинового комплекса $[CoPhen_2(H_2O)_2]^{2+}$ на темно-коричневую в присутствии O_2 обусловлено образованием в водном растворе кислородсодержащего комплекса (заряды опущены) представленного на рис. 1.

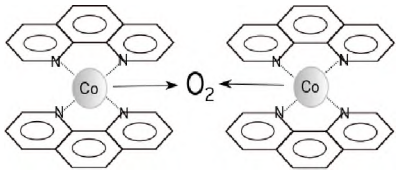

Рис. 1. Дифенантролиновый комплекс кобальта(II) с кислородом

Данный комплекс является малоустойчивым. В присутствии щелочи происходит его стабилизация, что обусловлено образованием в водном растворе катиона состава $[(CoPhen_2)_2(\mu\text{-}O_2,\mu\text{-}OH)]^{3+}$ с двумя мостиками, что схематически представлено на рис. 2.

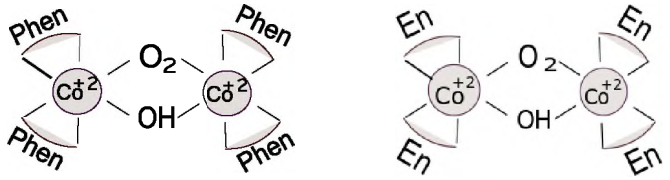

Рис. 2. Схема фенантролинового и этилендиаминового комплексов кобальта с молекулярным кислородом в присутствии щелочи

Аналогичными свойствами обладает комплекс двухвалентного кобальта с этилендиамином (рис. 2). В течение некоторого времени обратимо связанный кислород в составе комплексов окисляет двухвалентный кобальт до трехвалентного состояния.

Цель работы – выяснение возможности использования комплексов двухвалентного кобальта с 1,10-фенантролином и этилендиамином в качестве абсорбентов для снижения концентрации кислорода воздуха до пожаробезопасного уровня.

Материалы и методы

В работе в качестве комплексообразователя использовались соли кобальта: $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ («ч. д. а.», ГОСТ 4528-78), $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ («ч. д. а.», ГОСТ 4525-77). Содержание кобальта в кристаллогидратах уточнялось комплексонометрическим титрованием растворов солей кобальта трилоном Б, и найденная поправка учитывалась при приготовлении растворов. В качестве лигандов использовались: 1,10-фенантролин – $C_{12}H_8N_2$ («ч. д. а.», ТУ6-09-40-2472-87), этилендиамин – $H_2NCH_2CH_2NH_2$ («ч. д. а.», ТУ 2636-160-44493179-2013), аммиак («х. ч», ГОСТ 3760-79).

В качестве абсорбентов изучались системы с мольным соотношением Co(II):Phen равным 1:2 и 1:1 и системы с мольным соотношением Co(II):En равным 1:2.0 и 1:2.5. Данные системы в ряде

экспериментов модифицировались добавлением рассчитанных количеств аммиака.

Абсорбция кислорода изучалась на установке, схема которой представлена на рис. 3. Измерительная ячейка 1 располагалась в стеклянной емкости 5, в которую из термостата подавалась вода с температурой 20°С. Раствор для абсорбции кислорода готовился путем растворения рассчитанного количества фенантролина в обескислороженном растворе соли кобальта, в который перед измерениями шприцом 4 (рис. 3) вносился раствор щелочи или аммиака. Раствор кобальта с этилендиамином готовился непосредственно в измерительной ячейке 1 путем внесения раствора этилендиамина (или смеси этилендиамина с аммиаком) шприцом 4 в рассчитанный объем раствора соли кобальта при включенной мешалке. Соотношение объемов реагентов и их концентрация рассчитывались таким образом, чтобы концентрация иона кобальта в растворах абсорбентов составляла 0.4 моль/л, а общий объем раствора абсорбента в измерительной ячейке являлся постоянным. Соотношение объемов раствора абсорбента и воздуха над раствором составляло 1:17. Суммарное время измерения в опыте было ограничено десятью минутами.

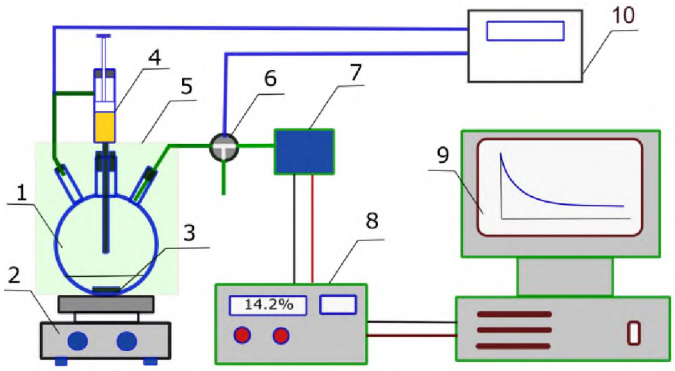

Рис. 3. Схема лабораторной установки для определения характеристик жидкофазных абсорбентов кислорода. 1 – измерительная ячейка; 2– магнитная мешалка; 3 – якорь; 4 – шприц; 5 – термостатируемая емкость; 6 – трехходовой кран; 7 – датчик давления; 8 – микроконтроллер с USB адаптером; 9 – компьютер; 10 – газоанализатор МИК-М-01

Поглощение кислорода сопровождается понижением давления в измерительной ячейке. Исходя из исходного содержания кислорода в воздухе равном 20.8% об., текущая концентрация кислорода в газовой фазе над адсорбентом рассчитывалась микроконтроллером по показаниям быстродействующего датчика давления по уравнению:

$$\%O_2 = 20.8 - \frac{100\times(P_0 - P_\tau)}{P_0}$$

где P_0 – исходное давление в измерительной ячейке, P_τ – текущее давление в ячейке.

Результаты расчета концентрации O_2 выводились вместе с показаниями давления в измерительной ячейке на дисплей компьютера в виде графиков с сохранением численных значений в файл. Остаточная концентрация кислорода по окончанию опыта уточнялась газоанализатором МИК-М-01.

Результаты и их обсуждение

Предварительными опытами было установлено, что при выбранной для эксперимента концентрации иона кобальта равной 0.4 моль/л природа используемой в эксперименте соли кобальта на результаты измерений приборнофиксируемого влияния не оказывает.

Абсорбция O_2 системой Co(II)–Phen–NaOH. В нейтральной среде система Co(II)–Phen как в соотношении Co(II):Phen=1:2, так и в соотношении Co(II):Phen=1:1 практически в значимых количествах O_2 не поглощает. При добавлении в систему Co(II)–Phen гидроксида натрия NaOH абсорбционная способность существенно возрастает (табл. 1). Из приведенных данных следует, что при небольшой концентрации NaOH (0.02 моль/л) система Co(II)–Phen обладает низкой емкостью недостаточной для снижения концентрации кислорода до уровня достаточного для локализации пламени.

Таблица 1.
Экспериментальные характеристики взаимодействия системы Co(II)–Phen–NaOH с O_2. Мольное соотношение Co(II):Phen = 1:2

Концентрация, моль/л			Остаточная концентрация O_2, %	Удельная емкость по кислороду, *) $м^3/м^3$раствора
Co(II)	Phen	NaOH		
0.40	0.80	0.02	18.19	0.41
		0.06	12.64	1.24
		0.10	10.97	1.46
		0.20	10.22	1.49

*) при нормальных условиях

При увеличении содержания NaOH емкость системы по O_2 значительно увеличивается. В условиях эксперимента удается понизить концентрацию O_2 в воздухе до 14–15%, которая достаточна для

прекращения процесса горения. Пример кинетической кривой поглощения O_2 при использовании жидкофазного абсорбента Co(II)–Phen–NaOH представлен на рис. 4. Следует отметить, что понижение O_2 до 14% происходит только на 8 минуте эксперимента.

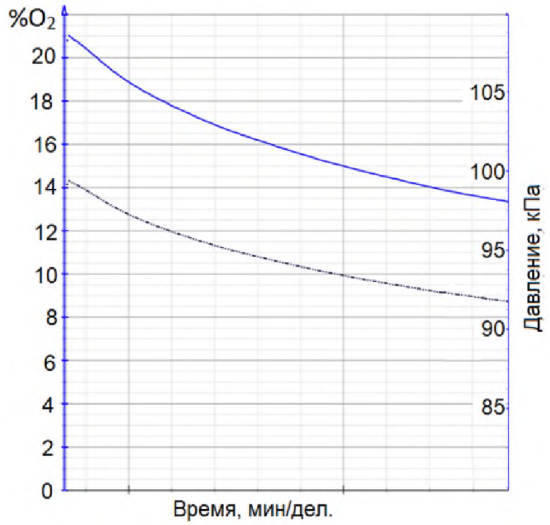

Рис. 4 – Абсорбция O_2 из воздуха раствором абсорбента с мольным соотношением компонентов Co(II):Phen:NaOH = 1:2:0.06. Сплошная линия – концентрация кислорода, пунктирная линия – давление в системе. Цена деления по оси абсцисс – 1 мин.

В целом, можно отметить, что система Co(II)–Phen–NaOH обладает достаточно высокой абсорбционной емкостью, но малой скоростью поглощения O_2. Причина низкой скорости может заключаться как в слабых донорных свойствах атомов азота фенантролина, недостаточных для создания на атоме кобальта электронной плотности необходимой для фиксации O_2, так и в необходимости стабилизации кислородного комплекса мостиковой ОН-группой. Последнее подтверждается улучшением абсорбционных характеристик системы с увеличением содержания щелочи до некоторого оптимального уровня (табл. 1). При этом кислород связывается комплексом необратимо вследствие окисления Co^{+2} в Co^{+3}. При избытке щелочи происходит разрушение абсорбента с выпадением кобальта в осадок в виде гидроксида $Co(OH)_2$.

Абсорбция O_2 системой Co(II)–Phen–NH_3. С целью повышения электронной плотности на атоме кобальта в систему Co(II)–Phen дополнительно добавлялся NH_3, содержащий атом азота с сильными электронодонорными свойствами. Предположительно на первой стадии

сорбции кислорода, определяющей общую скорость процесса, идет образование комплекса, содержащего в составе молекулярный кислород, схематически представленного на рис. 5, с последующим его превращением в комплекс трехвалентного кобальта.

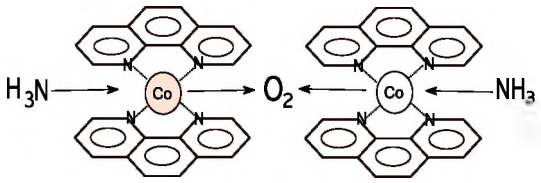

Рис. 5. Схема дифенантролинового комплекса кобальта с кислородом в присутствии аммиака

Образование данного комплекса не требует его стабилизации OH-группой. На рис. 6 представлена типичная кривая абсорбции O_2 системой Co(II)–Phen–NH_3, в которой поддерживалось мольное соотношение Co(II):Phen = 1:2. Сопоставление кривых представленных на рис. 4 и рис. 6 однозначно показывает увеличение скорости процесса абсорбции при замене OH-группы на NH_3. При этом с увеличением содержания NH_3 наблюдается как увеличение скорости абсорбции, так и количество абсорбируемого O_2 (табл. 2). При мольном соотношении компонентов в абсорбенте Co(II):Phen:NH_3 = 1:2:1.25 время понижения содержания O_2 до 14% в условиях эксперимента составило 3–3.5 мин. (рис. 6).

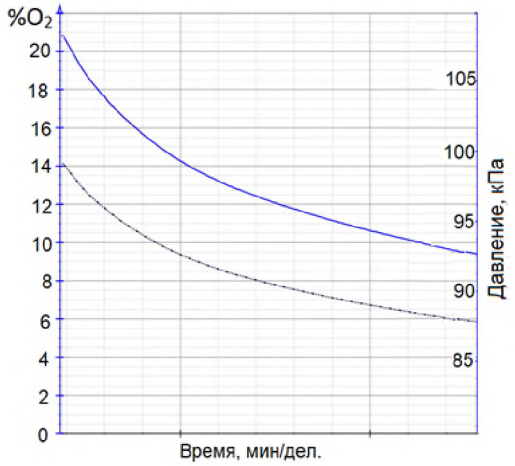

Рис. 6. Абсорбция O_2 из воздуха раствором абсорбента с мольным соотношением компонентов Co(II):Phen:NH_3 = 1:2:1.25. Пунктирная линия – давление в системе. Цена деления по оси абсцисс – 1 мин.

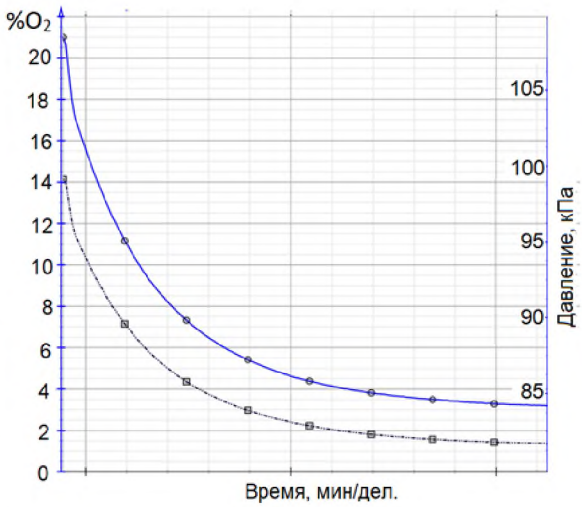

Рис. 7. Абсорбция O_2 из воздуха раствором абсорбента с мольным соотношением компонентов Co(II):Phen:NH_3 = 1:1:4.5. Пунктирная линия – давление в системе. Цена деления по оси абсцисс – 1 мин.

Увеличение количества молекул NH_3 в комплексе, представленном на рис. 5, путем замены молекулы фенантролина на аммиак позволило еще более увеличить эффективность абсорбента кислорода. Так при мольном соотношении компонентов в абсорбенте Co(II):Phen:NH_3 = 1:1:4.5 время снижения концентрации O_2 до 14% составило 50 с (рис. 7). При этом остаточная концентрация кислорода в измерительной системе достигла уровня ~3%. При дальнейшем увеличении содержания NH_3 остаточная концентрация O_2 в газовой фазе снизилась до 1.68% (табл. 2). Обобщенные экспериментальные данные количественных характеристик взаимодействия системы Co(II)–Phen–NH_3 с O_2 воздуха в условиях эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Экспериментальные данные количественных характеристик поглощения O_2 системой Co(II)–Phen–NH_3

Концентрация, моль/л			Остаточная концентрация O_2, %	Удельная емкость по кислороду, $м^3$ O_2/$м^3$раствора
Co(II)	Phen	NH_3		
Мольное соотношение Co(II):Phen = 1:2				
0.40	0.80	0.1	12.42	1.29
		0.3	10.14	1.62
		0.5	8.43	1.84
		1.0	7.88	1.99

		1.5	5.06	2.12
Мольное соотношение Co(II):Phen = 1:1				
0.40	0.40	1.8	3,06	2,29
0.40	0.40	2.7	1,68	2,26

Абсорбция O_2 системой Co(II)–En. Графики абсорбции O_2 в измерительной системе при использовании абсорбента Co(II)–En представлены на рис. 8, 9.

На рис. 8 видно, что в системе с мольным соотношением компонентов в абсорбенте Co(II):En=1:2 наблюдается быстрое снижение содержания O_2 до концентрации 14% за ~70 с. Концентрация O_2 в измерительной системе лабораторной установки в конце опыта составила менее 6%. При увеличении содержания En до соотношения компонентов в абсорбенте Co(II):En = 1:2.5 наблюдается увеличение времени достижения огнетушащей концентрации до 95 с, а также увеличение остаточной концентрации O_2 до 6.22%, что можно наблюдать на рис. 9.

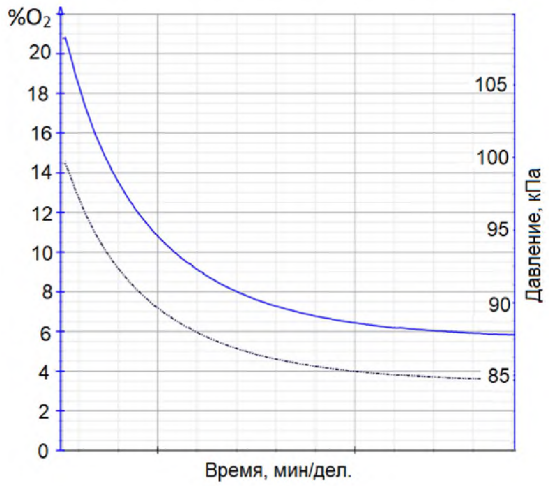

Рис. 8. Абсорбция O_2 из воздуха раствором абсорбента с мольным соотношением компонентов Co(II):En = 1:2. Пунктирная линия – давление в системе. Цена деления по оси абсцисс – 1 мин.

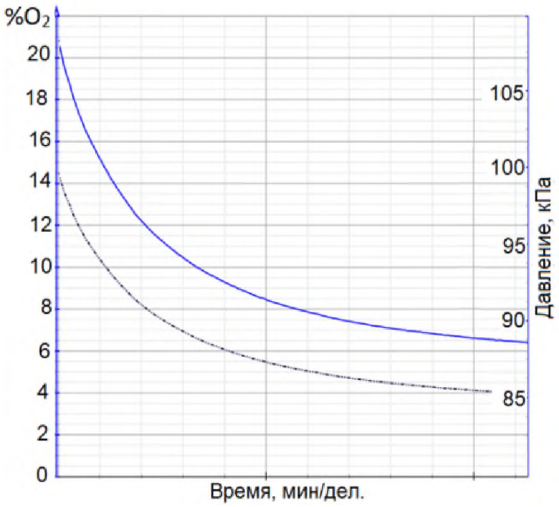

Рис. 9. Абсорбция O_2 из воздуха раствором абсорбента с мольным соотношением компонентов Co(II):En = 1:2.5. Пунктирная линия – давление в системе. Цена деления по оси абсцисс – 1 мин.

Из полученных данных следует, что система Co(II)–En достаточна эффективна. Скорости абсорбции кислорода и емкостные характеристики абсорбента позволяют исследовать возможность ее практического применения.

Абсорбция O_2 системой Co(II)–En–NH_3. Для изучения возможности увеличения емкостных и кинетических характеристик жидкофазного абсорбента Co(II)–En в систему был добавлен третий компонент NH_3. В таблице приведены экспериментальные данные количественных характеристик взаимодействия систем Co(II)–En и Co(II)–En–NH_3 с кислородом воздуха.

Таблица 3.

Экспериментальные данные количественных характеристик поглощения системами Co(II)–En и Co(II)–En–NH_3 с O_2 воздуха

Концентрация, моль/л			Остаточная концентрация O_2, %	Удельная емкость по кислороду, $м^3$ O_2/$м^3$ раствора
Co(II)	En	NH_3		
0.40	0.80	0.4	5.42	1.914
		1.0	3.30	2.070
		2.0	4.15	1.816
		3.0	4.98	1.606
		4.0	7.60	1.243
0.40	0.80	-	5.73	1.94
0.40	1.00	-	6.22	1.80

Анализ приведенных в таблице 3 данных показывает, что в отличие от рассмотренных ранее систем, незначительное добавление NH_3 в систему Co(II)–En не оказывает существенного влияния на процесс абсорбции O_2 (рис 10). При избытке NH_3 сорбционные характеристики даже уменьшаются, что, вероятно, обусловлено блокировкой координационных мест у иона кобальта молекулой NH_3 при взаимодействии Co^{+2} с молекулой кислорода.

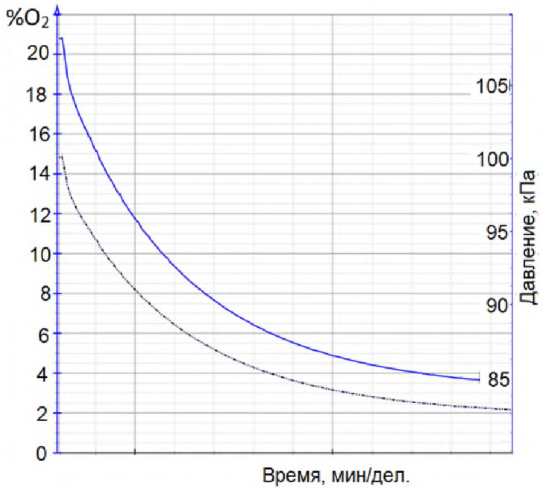

Рис.10. Абсорбция O_2 из воздуха раствором абсорбента с мольным соотношением компонентов Co(II):En:NH_3 = 1:2:2.5. Пунктирная линия – давление в системе. Цена деления по оси абсцисс – 1 мин.

Время достижения концентрации O_2 равной 14% для систем кобальт–этилендиамин в условиях эксперимента составило около 60 с. При этом удельная емкость по кислороду в изученных системах содержащих этилендиамин находилась в пределах 1200–2000 дм^3 O_2 на 1 м^3 раствора абсорбента.

Максимальное количество абсорбированного кислорода для изученных систем не превысило 2.29 м^3 O_2 на 1 м^3 0.4 молярного раствора иона Co^{+2}. Это соответствует мольному соотношению Co^{+2} : O_2 =4:1 и молекуле кислорода как четырехэлектронному окислителю.

Выводы

1.Абсорбенты на основе координационных соединений двухвалентного кобальта с диаминами 1.10-фенантролином и этилендиамином способны снижать концентрацию кислорода воздуха до пожаробезопасного уровня в 14% и ниже.

2.Скорость абсорбции и сорбционная емкость определяются электронодонорными свойствами атомов азота диаминов. Максимальная сорбционная емкость по кислороду соответствует мольному

соотношению Co^{+2} : O_2=4:1 и обусловлена окислением двухвалентного кобальта в трехвалентный.

3.Система кобальта с фенантролином и гидроксидом натрия обладает достаточно высокой абсорбционной емкостью, но малой скоростью поглощения кислорода. Замена в системе Co(II)–Phen части фенантролина на высокодонорные молекулы аммиака значительно увеличивает емкостные и кинетические характеристики абсорбента кислорода. Этот факт существенно облегчает поиск и создание перспективных абсорбентов кислорода для технических систем исходя из характеристик азотсодержащих лигандов.

4.Абсорбенты на основе двухвалентного кобальта и этилендиамина в соотношении Co(II):En=1:2 обладают высокими абсорбционными характеристиками без дополнительных активаторов.

5.В ряде изученных систем время уменьшения концентрации кислорода до пожаробезопасного уровня достигается за десятки секунд с понижением содержания O_2 в воздухе с 20.8 % до 14% и менее. Эти данные позволяет сделать заключение о технической возможности использования данных систем.

6.Исходя из высокой растворимости рассмотренных солей двухвалентного кобальта достигнутая в эксперименте удельная емкость абсорбентов по кислороду и скорость абсорбции кислорода могут быть значительно увеличены с увеличением концентраций компонентов.

7.С практической точки зрения изученные системы представляют интерес для разработки превентивных противопожарных систем с использованием жидкофазных абсорбентов кислорода.

Список литературы

1. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Григорьева М. П. Анализ основных пожарных рисков в странах мира и в России // *Пожаровзрывобезопасность*. — 2017. — Т. 26. — № 2. — С. 72–80.
2. Шлома В. В. Анализ статистики пожаров и пожарных рисков Донецкой Народной Республик // *Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник»*. — 2023. — № 2 (29). — С. 193–201.
3. Яковлев В.А. Основные аспекты обеспечения пожарной безопасности в техносфере // *Международный научно-исследовательский журнал*. — 2020. — № 11 (101). — С. 78–84. DOI: 10.23670/IRJ.2020.101.11.012
4. Апарин А. А., Быков С. Ю., Матюшонок Д. А., Корельский Н. А., Мокин А. А., Попов И. Н., Денисенко Р. Г., Меснянкин С. О. Использование превентивных технологий в процессе эвакуации с места пожара // *Вестник магистратуры*. — 2022. — № 7 (130). — С. 26–29.
5. Будыкина Т. А., Будыкина К. Ю. Превентивная противопожарная защита. Современные инновации в науке и технике: *Сборник научных трудов 7-й Всероссийской научно-технической конференции с*

международным участием. — Курск: ЗАО «Университетская книга». — 2017. — С. 47–50.
6. Баратов А. Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. — М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России. — 2003. — 364 с.
7. Бондаренко В. Л., Лосяков Н. П., Симоненко Ю. М., Чуклин А. П., Кузьменко И. Ф., Талакин О. Г. Мембранное разделение газовых смесей на основе компонентов воздуха // *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение».* — 2012. — С. 20–40.
8. Горохов В. А. Проблемы мембранной технологии и создание оборудования для производства инертных сред // *Хим. и нефтегаз. машиностр.* — 1999. — № 9. — С. 30-32.
9. Mei-Rong Huang, Xin-Gui Li, Xiao-Lin Ji, Wen-Ze Qiu, L. Gu. Actual Air Separation Across Multilayer Composite Membranes // *J. Appl. Polym. Sci.* — 2000. — V. 77. — № 11. — P. 2396-2403.
10. Матвейкин В. Г., Погонин В. А., Путин С. Б., Скворцов С. А. Математическое моделирование и управление процессом короткоцикловой безнагревной адсорбции. — М.: «Машиностроение-1». — 2007. — 140 с.
11. Рифкинд Д. М. Гемоглобин и миоглобин. В кн. Неорганическая биохимия. Т.2. Редактор Г. Эйхгорн. Перевод с английского под ред. М. Е. Вольпина, К. Б. Яцимирского. — М.: «Мир». — 1978. — С. 256–338.
12. Окамура М. И., Клотц И. М. Гемэритрин. В кн. Неорганическая биохимия. Т.1. Редактор Г. Эйхгорн. Перевод с английского под ред. М. Е. Вольпина, К. Б. Яцимирского. — М.: «Мир». — 1978. — С. 377–403
13. Лонтье Р., Виттерс Р. Гемоцианин. В кн. Неорганическая биохимия. Т.1. Редактор Г. Эйхгорн. Перевод с английского под ред. М. Е. Вольпина, К. Б. Яцимирского. — М.: «Мир». — 1978. — С. 404-421.
14. Братушко Ю. И., Яцимирский К. Б. Координационные соединения 3d–переходных металлов. В кн. Успехи химии координационных соединений. — Киев: «Наукова думка». — 1975. — С. 7-71.
15. Байер Е., Шретцман П. Обратимое присоединение кислорода комплексами металлов. В кн. Структура и связь. М.: «Мир». — 1969. — 273 с.
16. Паладе Д. М., Шаповалов В. В., Семыкин В. С. Оксигенация дифенантролинового комплекса кобальта(II) // *Журн. неорган. химии.* — 1980. — Т. 25. — № 2. — С. 449-453.

Об авторах:

ШАПОВАЛОВ Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий отделом синтеза неорганических веществ ФГБНУ «НИИ «Реактивэлектрон» (283049, г. Донецк, ул. Бакинских комиссаров, д. 17а), e-mail: wwshapovalov@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8634-8929.

OXYGEN ABSORBENTS BASED ON COBALT(II) COORDINATION COMPOUNDS WITH DIAMINES AS ELEMENTS OF FIRE PROTECTION SYSTEMS

V.V. Shapovalov

Federal State Budgetary Scientific Institution "Research Institute Reaktivelektron" of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Donetsk

More than 30% of fires develop in confined or isolated spaces. Reducing the oxygen concentration in these spaces to ~14% in the presence of conventional combustible materials or ~5% in the presence of materials with a low lower flammability limit significantly hinders the initiation and spread of fires. Chemical oxygen sorbents are of interest as a method for reducing oxygen concentration. Oxygen absorption processes in solutions of cobalt(II) coordination compounds with nitrogen-containing ligands 1,10-phenanthroline and ethylenediamine are examined. It has been shown that increasing the donor strength of nitrogen atoms in the ligands promotes both the rate of oxygen absorption and the capacity characteristics of the absorbents. In a laboratory setup, oxygen concentration in air decreased to 14% within tens of seconds. The minimum residual oxygen concentration under the experimental conditions was 1.7% O_2.

Keywords: *fire extinguishing system, divalent cobalt, phenanthroline, ethylenediamine, ammonia, oxygen, absorption.*

Дата поступления в редакцию: 17.02.2026.
Дата принятия в печать: 24.02.2026.