

С.Ж.ЖУМАГАЛИЕВ, Б.И.КУАНЫШЕВ, А.Т.САГИНАЕВ, Т.П.СЕРИКОВ

(Атырауский институт нефти и газа, МОН РК, г. Атырау)

МАСС-СПЕКТРЫ НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ДИСУЛЬФИДОВ

Аннотация

Изучены масс-спектры некоторых органических дисульфидов с различными радикалами ($R^1 - S - S - R^2$, I – XIII). Установлено, что большинство дисульфидов обладают стабильными молекулярными ионами (МИ). Фрагментации МИ при электронной ионизации (ЭИ) присуще много общих направлений, однако имеются и существенные отличия. Так, у $R^1 - S - S - R^2$ (I – III, V, VI, IX и XIII) наиболее интенсивными в масс-спектрах являются пики ионов $[R^1 - S]^+$. В отличие от них при ЭИ метилбензилдисульфида (VI) группа R^2 может теряться из МИ в виде $CH_3 - S - S^*$ с образованием наиболее интенсивного иона $Ar - CH_2^{+}$ благодаря бензильному разрыву. Для дисульфидов (VII – VIII) характерно образование ионов $[R^1 - S - SH]^+$.

Ключевые слова: масс-спектр, дисульфиды, молекулярный ион, электронная ионизация, фрагментация.

Тірең сөздөр: масс-спектрі, дисульфидтер, молекулярлық ион, электрон мен ионизациялау, фрагменттесу.

Keywords: mass spectrum, disulfides, molecular ion, electron ionization, fragmentation.

Продолжая исследования в области разработки методов синтеза и изучения свойств различнозамещенных органических дисульфидов [1-3], а также для выявления аналитических ионов, позволяющих проводить надежную масс-спектрометрическую идентификацию, нами рассмотрены масс-спектры 13 дисульфидов с различными радикалами [4]:



I – XIII

I: $R^1 = -CH_3$, $R^2 = -CH=CH-CH_3$; II: $R^1 = -CH_3$, $R^2 = -CH_2-CH=CH_2$;

III: $R^1 = R^2 = -CH_2-CH=CH_2$; IV: $R^1 = -CH_3$, $R^2 = -CH_2-C_6H_5$;

V: $R^1 = R^2 = -C_6H_5$; VI: $R^1 = R^2 = -C_4H_3S$; VII: $R^1 = R^2 = -C_6H_{11}$;

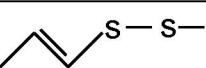
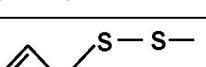
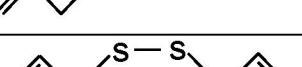
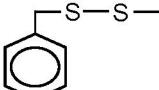
VIII: $R^1 = -(CH_2)_2NH_2$, $R^2 = -C_6H_{10}COOH$; IX: $R^1 = R^2 = -NC_4H_8O$;

X: $R^1 = R^2 = -C_6H_4NH_2$; XI: $R^1 = R^2 = -ClC_6H_4$; XII: $R^1 = R^2 = -C_{10}H_9$;

XIII: $R^1 = R^2 = -BrC_6H_4$.

Полные масс-спектры (МС) исследуемых дисульфидов (I – XIII) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Полные масс-спектры дисульфидов (I – XIII)

№	Структура	m/z (J отн, %)
1	2	3
I		122(7), 121(7), 120(7), 105(10), 89(4), 88(5), 87(22), 80(20), 79(8), 75(13), 74(12), 73(100), 72(32), 71(13), 47(12), 46(6), 45(66), 44(33), 43(8), 41(63), 39(43).
II		122(8), 121(6), 120(98), 105(3), 88(15), 87(10), 81(3), 80(3), 79(30), 75(7), 74(5), 73(60), 72(41), 71(11), 62(6), 48(3), 47(23), 46(3), 45(84), 44(5), 41(100), 39(81).
III		146(13), 114(7), 113(7), 105(7), 104(4), 103(5), 99(5), 85(5), 81(18), 80(4), 79(4), 74(3), 73(21), 72(11), 71(7), 67(3), 64(3), 47(5), 46(3), 45(28), 42(6), 41(100), 40(4), 39(38).
IV		170(7), 92(8), 91(100), 77(3), 65(8), 64(1), 45(5), 39(3).

V		220(10), 219(14), 218(100), 186(3), 185(9), 184(4), 154(13), 141(3), 140(4), 111(3), 110(8), 109(59), 77(6), 69(7), 65(17), 51(5), 39(8).
VI		232(6), 231(4), 230(37), 166(10), 117(9), 116(15), 115(100), 82(7), 81(4), 73(4), 72(5), 71(95), 70(7), 69(19), 58(7), 57(8), 45(30), 39(10).
VII		232(4), 231(5), 230(37), 150(10), 149(9), 148(72), 113(3), 84(15), 83(100), 81(19), 79(13), 73(4), 71(3), 67(12), 65(3), 61(5), 59(3), 58(3), 56(5), 55(90), 53(14), 47(6), 45(11), 43(4), 42(3), 41(68), 39(20).
VIII		235(11), 234(7), 219(4), 206(5), 191(6), 127(3), 109(14), 92(4), 82(3), 81(49), 79(11), 78(8), 77(7), 76(3), 75(8), 71(3), 67(4), 59(3), 55(10), 54(3), 53(12), 47(4), 46(3), 44(27), 43(100), 42(13), 41(20).
IX		238(3), 237(3), 236(26), 152(5), 151(15), 150(55), 149(42), 120(3), 119(3), 118(55), 117(3), 116(45), 90(3), 88(9), 87(21), 86(100), 85(18), 84(14), 64(13), 61(6), 60(28), 59(4), 58(3), 57(21), 56(87), 55(30), 54(8), 44(6), 43(3), 42(17), 41(5).
X		248(12), 126(6), 125(20), 124(100), 97(8), 93(3), 81(4), 80(38), 53(6), 45(4), 39(4).
XI		29(13), 289(8), 288(55), 287(13), 286(76), 224(4), 222(7), 218(3), 146(3), 145(36), 144(10), 143(100), 110(3), 109(5), 108(49), 107(6), 101(4), 99(11), 82(5), 75(7), 74(3), 73(6), 69(9), 63(11), 62(3), 50(4), 45(3), 39(3).
XII		319(5), 318(19), 255(4), 254(17), 253(4), 161(3), 160(8), 159(45), 158(4), 116(11), 115(100), 114(7), 113(3), 89(8), 69(3), 65(3), 63(5), 39(3).
XIII		380(5), 379(8), 378(55), 377(15), 376(100), 375(7), 374(79), 297(9), 295(8), 216(4), 190(5), 189(56), 188(6), 187(55), 140(4), 110(3), 109(6), 108(58), 82(6), 75(3), 69(9), 63(8), 50(3).

Стабильность молекулярных ионов (МИ) метилпропен-1-ил- и метилпропен-2-илдисульфидов (I, II) довольно высокая (W_{MI} : 13,6% (I); 15,7% (II), табл. 2).

Таблица 2 – Стабильность МИ (W_{MI}) и основные характеристические ионы в масс-спектрах дисульфидов (I-XIII)

№ соединения	W_{MI}	Интенсивность (J) от полного ионного тока, %					
		Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4	Φ_5	Φ_6
I	13,6	1,75	3,9	3,5	17,5	11,6	11,0
II	15,7	0,5	2,4	4,8	9,6	13,5	16,0
III	3,6	1,9	1,9	5,0	5,8	7,7	27,7
IV	4,6	64,5	5,1	-	-	3,2	-
V	32,2	2,9	4,2	19,0	5,5	-	-
VI	8,8	-	2,4	24,1	22,9	7,2	-
VII	6,25	12,2	16,9	15,2	-	1,8	11,5
VIII	2,9	1,0	1,3	1,6	3,7	12,9	26,3
IX	3,3	6,8	5,2	6,8	5,6	12,5	10,8
X	5,2	41,6	15,8	-	-	-	-
XI	15,0	19,8	9,7	-	-	-	-
XII	6,3	14,5	32,2	-	-	-	-
XIII	9,3	10,6	11,0	-	-	-	-

При замене метила еще одним пропениловым радикалом (в случае II) стабильность к электронной ионизации (ЭИ) МИ резко падает (III – $W_{\text{МИ}}=3,6\%$, табл. 2). Для них (I – III) характерно образование следующих ионов: МИ - $\text{HS}^{\cdot+}$ (m/z 87, Φ_2), $\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{SH}^{\cdot+}$ (m/z 80, Φ_3), $+\text{S}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ (m/z 73, Φ_4), $\text{SCH}^{\cdot+}$ (m/z 45, Φ_5), $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}^{\cdot+}$ (m/z 41, Φ_6) в случае I; $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}^{\cdot+}-\text{CH}_3$ (m/z 88, Φ_2), $\text{S}=\text{S}^{\cdot+}-\text{CH}_3$ (m/z 79, Φ_3), $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{S}^{\cdot+}$ (m/z 73, Φ_4), $\text{SCH}^{\cdot+}$ (m/z 45, Φ_5), $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2^{\cdot+}$ (m/z 41, Φ_6) в случае II; $\text{C}_6\text{H}_9^{\cdot+}$ (m/z 81, Φ_3), $\text{SCH}^{\cdot+}$ (m/z 45, Φ_5); $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2^{\cdot+}$ (m/z 41, Φ_6) в случае III (табл. 1, 2; схема 1).

Схема 1 - Фрагментация дисульфидов (I – III)

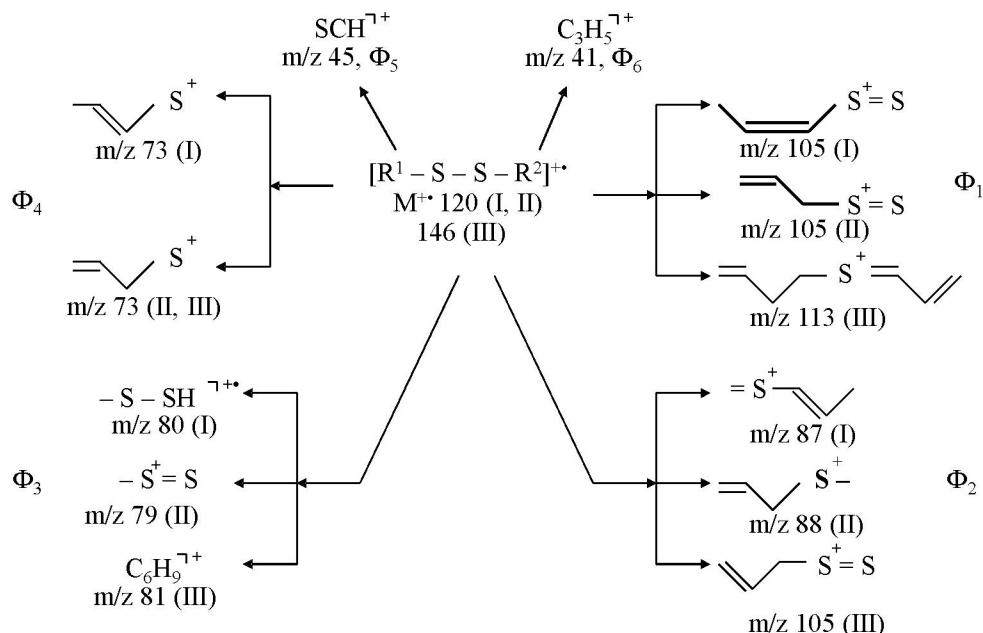
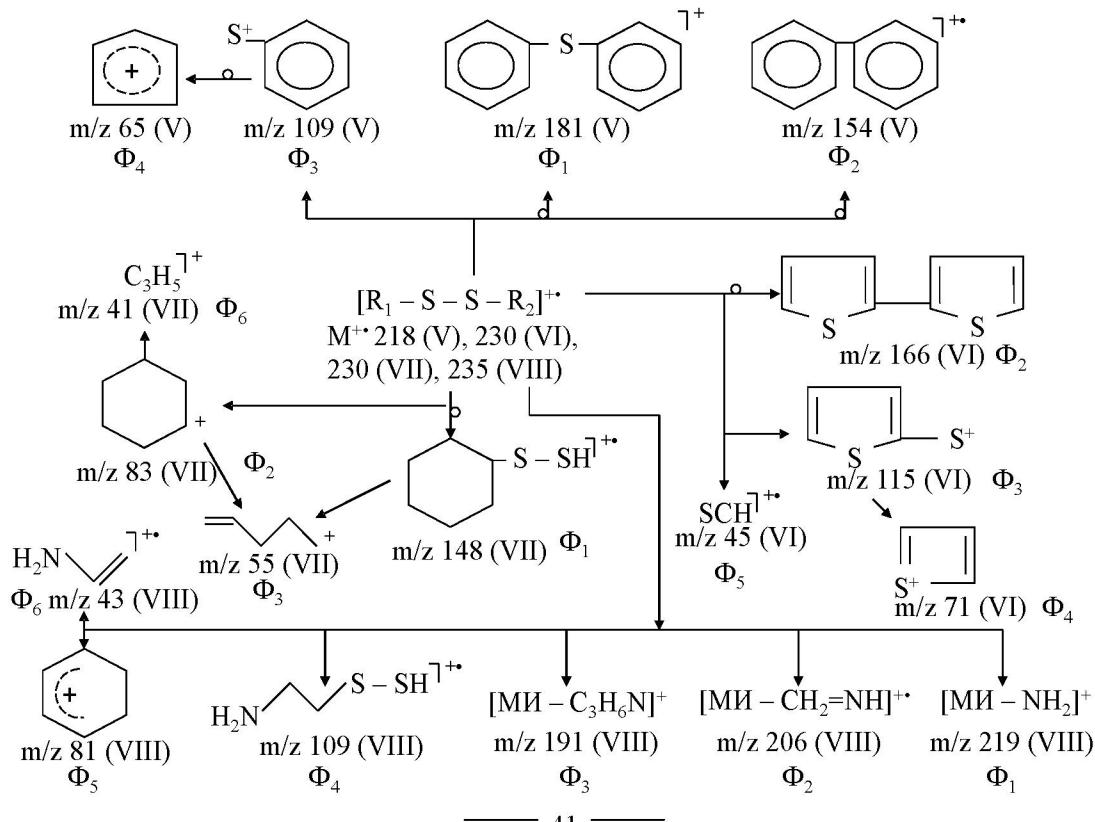


Схема 2 - Фрагментация дисульфидов (V – VIII)



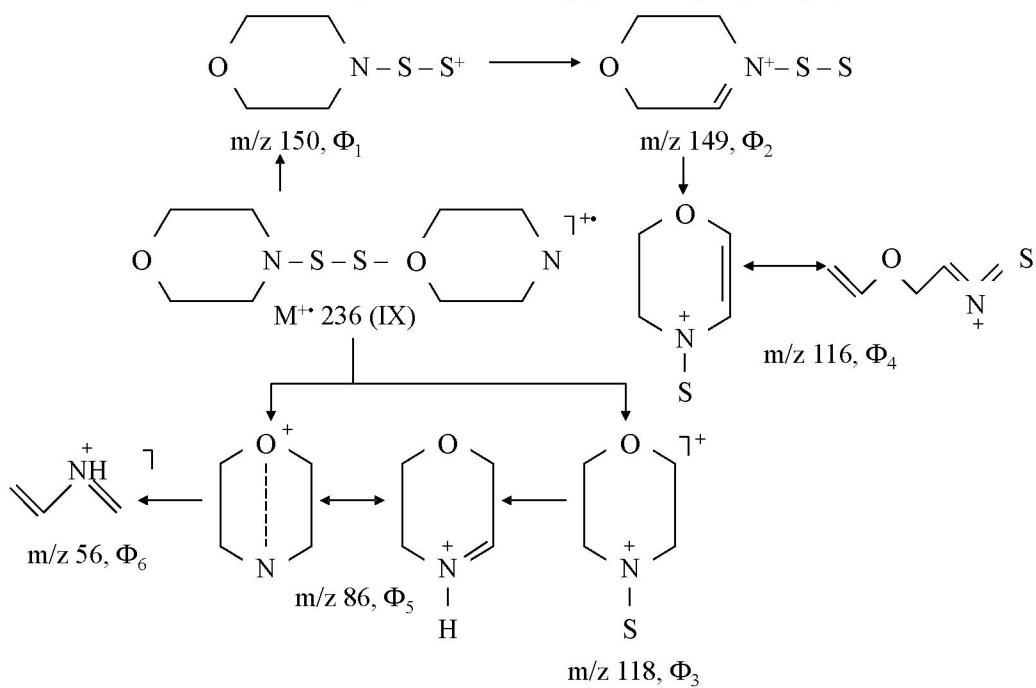
Небольшой пик МИ метилбензилдисульфида (IV) при ЭИ распадается с образованием почти единственного, самого максимального пика бензильного карбкатиона $[C_6H_5 - CH_2]^+$ (m/z 91, Φ_1 , схема 4). Высокая интенсивность пика МИ ($M^+ 218$ (100%), табл. 1) симметричного дисульфида (V) говорит о довольно высокой стабильности ($W_{MI}=32,2\%$, табл. 2) благодаря сопряжению Ph – S – S – Ph и при ЭИ распадается «пополам» с образованием основного иона $[C_6H_5S]^+$ (m/z 109, Φ_3 , схема 2).

Основной пик в МС соединения VI с m/z 115 (Φ_3 , схема 2) обусловлен разрывом S – S связи, аналогично распаду дифенилдисульфида (V).

В отличие от дисульфидов (V, VI) фрагментация МИ дисульфидов (VII, VIII) связана с отрывом циклогексиловой части с образованием $[C_6H_{11} - S - SH]^+$ (VII, m/z 148, Φ_1), $[H_2N - (CH_2)_2 S - SH]^+$ (VIII, m/z 109, Φ_4 , схема 2). Распад диморфолинилдисульфида (IX) происходит путем последовательного элиминирования радикала морфолинила, затем водорода (H) и частицы HS из МИ. Другие направления фрагментации МИ связаны с разрывами связей S – S и N – S. Высокие интенсивности пиков ионов $[R - S]^+$ (Φ_1 , схема 4) в МС соединений (X, XI) говорит о легкости разрыва S – S связи, аналогично ди(п – толил)дисульфида [1], за счет образования сопряжения. В отличие от X, XI в дисульфидах XII, XIII эти процессы протекают в меньшей степени (табл. 2, схема 4). *Метилпропен – 1 – илдисульфид (I)*. Самый интенсивный пик в МС имеет величину m/z 73 (табл. 1) и соответствует иону $[C_3H_5S]^+$ (Φ_4 , табл. 2, схема 1), образующегося при разрыве S–S связи. МС дисульфида (I) содержит более интенсивный пик МИ, чем его насыщенный аналог метилпропилдисульфид [2], что является следствием стабилизации катион-радикала, образующегося в результате удаления π -электронов.

Второй по интенсивности пик МИ распадается по трем направлениям. Первое направление фрагментации связано с элиминированием метильного радикала и этот процесс протекает в меньшей степени и приводит к образованию иона $[C_3H_5S_2]^+$ (m/z 105, Φ_1 , табл. 2, схема 1) небольшой интенсивности. Второе направление фрагментации – отщепление HS группы за счет скелетной перегруппировки с образованием иона $=S^+$ (m/z 87, Φ_2 , табл. 2, схема 1). Третье направление реакции распада МИ происходит при отрыве пропина с образованием метилгидродисульфида ($CH_3 - S - SH$, m/z 80, табл. 2, схема 1, Φ_3), аналогично метилзамещенным алкилдисульфидам [2]. В МС, наряду с вышеназванными ионами, наблюдаются интенсивные пики ионов SCH (m/z 45) и C_3H_5 (m/z 41).

Схема 3 - Фрагментация диморфолилдисульфида (IX)



Метилпропен – 2 – илдисульфид (II). В отличие от изомера (I) самые интенсивные пики в МС соответствуют ионам: МИ ($M^+ 120$) и $[C_3H_5]^+$ (m/z 41, Φ_6 , табл. 2, схема 1), а также стабильность МИ к ЭИ выше ($W_{MI}=15,7\%$, табл. 2). МИ под действием ЭИ распадаются аналогично изомеру (I).

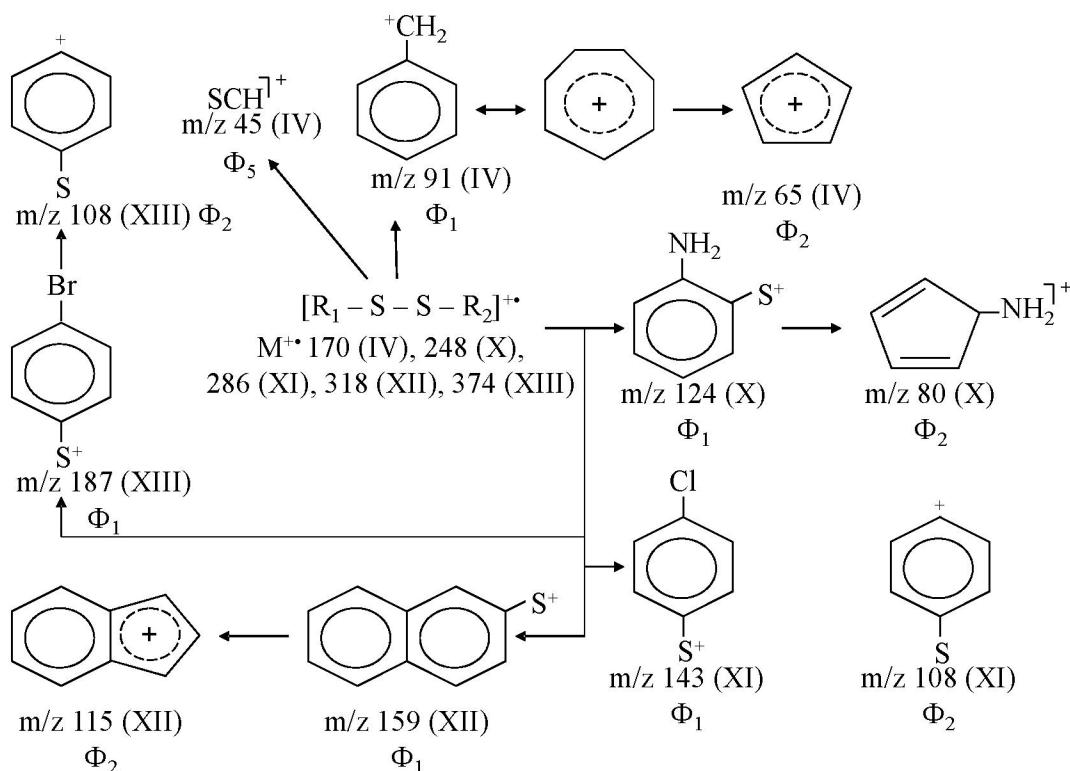
Однако, в МС пики ионов $[M - CH_3]^+$ (m/z 105, Φ_1), $[M - SH]^+$ (m/z 87), $[CH_3 - S - SH]^+$ (m/z 80), $[CH_2 = CH - CH_2 - S]^+$ (m/z 73) наблюдаются в меньшей степени (табл. 1, 2).

Таким образом, имеется ряд различий в процессах фрагментации МИ изомерных дисульфидов (I, II), которые можно использовать в структурно-аналитических целях.

Дипропен – 2 – илдисульфид (III). В МС максимальный пик отвечает иону $[C_3H_5]^+$ (m/z 41) аналогично дисульфиду (II). Замена метильного радикала на пропенил приводит к резкому падению стабильности МИ от $W_{MI}=13,6\%$ (I), 15,7% (II) до $W_{MI}=3,6\%$ (III). Кроме того, при увеличении длины алкильного радикала падает интенсивность основного характеристического иона $[CH_2 = CH - CH_2 - S]^+$ (m/z 73, Φ_4 , табл. 1, 2; схема 1), а также подавлен процесс отрыва алкина с образованием алкенилгидродисульфида.

Следует отметить, что наблюдается выброс SH и S из МИ в результате скелетных перегруппировок с образованием ионов Φ_1 (m/z 113, схема 1) и сульфида с m/z 114 (табл. 1).

Схема 4 - Фрагментация дисульфидов (IV, X – XIII)



Метилбензилдисульфид (IV). Масс-спектр (МС) дисульфида (IV) характеризуется заметным пиком МИ ($M^+ 170, 7\%$, табл. 1, 2). Следует отметить, что в МС содержится незначительное число пиков аналогично ароматическим углеводородам [5]. Дисульфид (IV) ведет себя под действием ЭИ подобно алкилбензолам. Ему свойственен, прежде всего, бензильный разрыв с образованием бензильного катиона, пик которого в МС самый максимальный (m/z 91, табл. 1, 2; схема 4).

Дифенилдисульфид (V). Стабильность МИ соединения (V) к ЭИ самая высокая, так как дисульфидная группа с двумя фенильными радикалами образуют энергетически выгодные сопряженные системы.

Первичный распад МИ обусловлен выбросами SH и S_2 с образованием ионов $[M - SH]^+$ (m/z 185) и $[M - S_2]^+$ (m/z 154), благодаря скелетным перегруппировкам.

Наиболее характерным направлением фрагментации дисульфида (V) является расщепление S – S связи (разрыв по центру «пополам») с образованием иона $[C_6H_5S]^+$ (m/z 109, Φ_3 , схема 4) второго по интенсивности.

В области низких массовых чисел МС напоминает картину ароматических соединений. Следует отметить, что ион Φ_3 ($[C_6H_5S]^+$ (m/z 109)) далее элиминирует CS, превращаясь в ион $[C_5H_5]^+$ (m/z 65, табл. 1).

Ди – 2 – тиофенилдисульфид (VI). В отличие от дифенилдисульфида (V) вследствие нарушения сопряженности системы снижается стабильность МИ к ЭИ (8,8%, табл. 2). Основным процессом фрагментации, приводящим к максимальному пику (Φ_2 , m/z 115, табл. 1, 2) в МС является разрыв связи S–S «пополам». Начальный распад МИ дисульфида (VI) обусловлен выбросом S_2 , в результате скелетной перегруппировки с образованием катион-радикала дитиофенила (Φ_1 , m/z 166, табл. 1, 2). Далее ион Φ_2 элиминирует CS, превращаясь в ион Φ_3 (m/z 71, табл. 1, 2; схема 2). Интенсивность его пиков в МС вторая – это говорит о том, что отрыв CS в процессе скелетной перегруппировки происходит с большой вероятностью.

Дициклогексилдисульфид (VII). В МС наблюдается стабильный пик МИ ($W_{MI}=6,25\%$, табл. 1, 2, M^+ 230). Первичный распад МИ связан с выбросом циклогексена аналогично дигексилдисульфиду (отрыв гексена) [2]. В результате этого образуется катион-радикал циклогексилгидросульфида (Φ_1 , m/z 148, табл. 1, 2; схема 2). Далее в МС имеется самый интенсивный пик катиона циклогексила с m/z 83 (Φ_2).

В области низких массовых чисел в масс-спектре присутствуют интенсивные пики углеводродных ионов, которые являются характеристическими для циклоалканов (m/z 55, 41).

Необходимо отметить следующую особенность фрагментации дисульфида (VII). Так, в МС не наблюдаются ионы, возникающие при разрыве S–S связи (разрыв молекулы «пополам»), характерные симметричным дисульфидам [2, 3], в том числе дисульфидам (I – III, V, X – XIII).

2-Аминоэтил-(карбоксициклогексил)дисульфид (VIII). Замена циклогекс-сила (R^1) на аминоэтил и введение карбоксильной группы в циклогексильный радикал (R^2) дисульфида (VII) ведет к резкому уменьшению стабильности МИ (W_{MI}) к ЭИ (табл. 2).

В начальном этапе реакции распада МИ в МС наблюдаются неинтенсивные пики с m/z: 219, 206, 191. Общий вид МС, характеризующийся большим количеством пиков, интенсивность которых особенно высока в низкомолекулярной области, свидетельствует о насыщенном характере соединения. Самый тяжелый осколочный ион Φ_1 (m/z 219) отвечает выбросу частицы с массой 16, которая может быть только радикалом NH_2 . Ион Φ_2 с m/z 206 возникает при выбросе $CH_2=NH$ из МИ за счет α -разрыва при атоме азота. Далее в МС наблюдается пик иона Φ_3 (m/z 191) возникающий при разрыве C – S связи с элиминированием группы $CH_2 – CH_2 – NH_2$ из МИ.

Наблюдается также пик иона Φ_4 ($H_2N – (CH_2)_2 – S – SH$) с m/z 109, образование которого обусловлено потерей карбоксициклогексила с миграцией атома H к атому S. В области низких массовых чисел имеется максимальный пик с m/z 43 и второй по интенсивности пик с m/z 81. Пик с m/z 81 отвечает иону Φ_5 $[C_6H_9]^+$, который возникает из небольшого пика иона с m/z 127 (табл. 1) при выбросе метановой кислоты. Самый максимальный пик иона Φ_6 возникает при выбросе дигидродисульфида из иона Φ_4 (схема 2).

Диморфолидисульфид (IX). В МС дисульфида (IX) максимальным пиком является пик иона Φ_5 (m/z 86, табл. 2, схема 3), образующийся при разрыве связи N – S с локализацией заряда на атоме N, который далее последовательно выбрасывает CH_2O , затем C_2H_4 , превращаясь в аммониевые ионы $CH_2=N^+H – CH=CH_2$ (m/z 56) и $CH \equiv N^+H$ (m/z 28).

Ди(аминофенил)дисульфид (X). В масс-спектре соединения (X) присутствуют два характеристических пика, отвечающих ионам Φ_1 (m/z 124) и Φ_2 (m/z 80). Таким образом, ион Φ_1 обусловлен разрывом S–S связи «пополам». Далее этот катион Φ_1 элиминирует CS за счет скелетной перегруппировки и превращается в ион Φ_2 аналогично ди – (2 – тиофенил)дисульфиду (IV).

Ди – (4 – хлорфенил)дисульфид (XI). В масс-спектре наблюдаются интенсивные мультиплетные пики МИ с m/z: 286, 288, 290 (1:0,65:0,15) характерные для дихлорсодержащих соединений [7].

Следует сказать, что хлор существует в виде двух стабильных изотопов в соотношении $^{35}Cl : ^{37}Cl \approx 3 : 1$, поэтому все ионы, содержащие хлор, проявляются в МС в виде мультиплета из двух и более пиков, различающихся на две массовые единицы [7].

В этом мультиплете пик с наименьшим массовым числом отвечает ионам, содержащим изотопы ^{35}Cl . Наибольшее массовое число в МС имеют малоинтенсивные мультиплетные ионы с

m/z: 222, 224, 226. Их следует принимать за пик иона $\Phi_1 [M - S_2]^+$ аналогично распадам соединений V, VI и XII.

Наиболее интенсивный пик с m/z 143 отвечает иону $[ClC_6H_4S]^+$ (Φ_2 , табл. 2, схема 4) аналогично для V, VI, IX, X, XII. Образование этого иона Φ_2 (табл. 2, схема 4) связано с разрывом S-S связи «пополам». Далее этот ион Φ_2 элиминирует атом хлора (Cl), превращаясь в ион Φ_3 с m/z 108 (схема 4).

Динафтилдисульфид (XII). Фрагментация МИ протекает аналогично распадам дифенил-, дитиофенилдисульфидов (V, VI). В МС дисульфида XII кроме стабильного МИ присутствуют еще три интенсивных пика фрагментных ионов Φ_1 (m/z 254), Φ_2 (m/z 159) и Φ_3 (m/z 115), которые могут принадлежать ионам: $[M - S_2]^+$, $[M - C_{10}H_7S]^+$ и $[C_9H_7]^+$, обусловленные выбросами S_2 (64 дальтон), $C_{10}H_7S$ (159 дальтон) и $C_{10}H_7S-CS$ (203 дальтон) соответственно.

Следует отметить, что фрагмент Φ_3 максимальной интенсивности (табл. 1,2) наблюдается и в случае трихлораллилнафталина [6].

Кроме этого, образование иона $\Phi_1 ([M - S_2]^+)$ аналогично дисульфидам (V, VI) происходит с большой вероятностью в отличие от X, XI, XIII.

Ди-(4-бромфенил)дисульфид (XIII). Замена атомов хлора в дисульфиде (XI) на бром (XIII) не меняет характер фрагментации.

В МС максимальный пик величиной m/z 376 соответствует изотопному пику МИ среди мультиплетных пиков (M^{+} : 374:376:378≈1:2:1).

Следует отметить, что в отличие от хлора бром существует в виде двух стабильных изотопов в соотношении $^{79}Br:^{81}Br \approx 1:0,95$ [7]. Если в молекуле присутствует две атомы брома, в этом случае в МС МИ или фрагментные ионы наблюдаются в виде мультиплетных пиков в соотношении 1:2:1 [7]. Далее в МС XIII аналогично XI имеется пики ионов $[M - S_2]^+$ (Φ_1 , m/z 295: m/z 297≈1:1), $[BrC_6H_4S]^+$ (Φ_2 , m/z 187: m/z 189≈1:1) и $[C_6H_4S]^+$ (Φ_3 , m/z 108; табл. 2; схема 4).

Таким образом, процессы фрагментации МИ изученных различнозамещенных дисульфидов (I-XII) характеризуются различными направлениями реакции распада МИ, вероятность которых определяются природой радикалов вокруг S-S связи и элементов его составляющих.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дюсенталиев К. И., Жумагалиев С. Ж., Бисенов А. З., Жумагалиев А. С., Сериков Т. П. Массспектрометрическое исследование симметричных органических дисульфидов. // Известия НАН РК, серия химическая, 2005, №5, с. 35-39.
- 2 Жумагалиев С. Ж., Дюсенталиев К. И., Куанышев Б. И., Кулбатыров Д. И., Сериков Т. П. Сравнительное массспектрометрическое изучение некоторых симметричных и несимметричных диалкилдисульфидов состава C_2-C_{16} . // Известия НАН РК, серия химии и технологии, 2011, №5. С.13-20.
- 3 Жумагалиев С. Ж., Дюсенталиев К. И., Куанышев Б. И., Маликова Д. М., Сагинаев А. Т., Сериков Т. П. Сравнительное масс-спектрометрическое изучение некоторых алкилмеркаптанов и диалкилдисульфидов. // Известия НАН РК, серия химии и технологии, 2012, №5, с.28-35.
- 4 Жумагалиев С.Ж., Куанышев Б.И., Сагинаев А.Т., Сериков Т.П. Масс-спектры некоторых органических дисульфидов / Материалы V Всероссийской конференции с международным участием «Масс-спектрометрия и её прикладные проблемы», Москва, 2013, - С.88.
- 5 Заикин В. Г., Варламов А. В., Микая А. И., Простаков Н. С. Основы масс-спектрометрии органических соединений. М.: МАИК «Наука/интерperiодика», 2001, с. 286.
- 6 Жумагалиев С. Ж., Джетпиров Б. Т. Масс-спектрометрическое исследование некоторых хлорзамещенных производных бензола и нафталина. // Известия АН Каз. ССР, сер. хим., 1983, №5, с. 50-54.
- 7 Сериков Т. П., Жумагалиев С. Ж., Оразбаев Б. Б. Масс-спектрометрия в органической химии. Алматы, изд. Өлкө-1996, с.58.

REFERENCES

- 1 Dyusengaliev K.I. , Zhumagaliev S.J., Bisenov A.Z. , Zhumagaliev A.S., Serikov T.P. Mass spectrometric study of symmetric organic disulfides // Proceedings of the National Academy of Sciences of Kazakhstan, chemical series , 2005, № 5, p. 35-39.
- 2 Zhumagaliev S. J., Dyusengaliev K.I., Kuanyshев B.I., Kulbatyrov D.K., Serikov T.P. Comparative mass spectrometric study of some symmetric and asymmetric dialkyl disulfides of C2 to C16 // Proceedings of the National Academy of Sciences of Kazakhstan , a series of Chemistry and Technology , 2011, № 5 . p. 13-20.

3 Zhumagaliev S. J., Dyusengaliev K.I., Kuanyshhev B.I., Malikov D.M., Saginaev A.T., Serikov T.P. Comparative mass spectrometric study of some mercaptans and dialkyl disulfides // Proceedings of the National Academy of Sciences of Kazakhstan, a series of Chemistry and Technology , 2012, № 5, p.28-35.

4 Zhumagaliev S.J., Kuanyshhev B.I., Saginaev A.T., Serikov T.P. Mass spectra of some organic disulfide / Proceedings of the V All-Russian Conference with the international participation "Mass spectrometry and its application problems ", Moscow, 2013 - P.88.

5 Zaikin V.G., Varlamov A.V., Mikaya A.I., Prostakov N.S. Fundamentals of mass spectrometry of organic compounds. M. MAIK " Nauka / Interperiodica , 2001, p. 286.

6 Zhumagaliev S.J., Dzhetpisov B.T. Mass spectrometric investigation of some chlorinated derivatives of benzene and naphthalene // Proceedings of the Kazakh Academy of Sciences, Ser. Chem. , 1983 , № 5 , p. 50-54.

7 Serikov T.P., Zhumagaliev S.J., Orazbayev B.B. Mass Spectrometry in Organic Chemistry, Almaty, ed. Olke -1996 , p.58.

Резюме

С.Ж.Жұмагалиев, Б.И.Қуанышев, А.Т.Сагынаев, Т.П.Серіков

(КР БФМ, Атырау мұнай және газ институты, Атырау қ.)

КЕЙБІР ОРГАНИКАЛЫҚ ДИСУЛЬФИДТЕРДІҢ МАСС-СПЕКТРЛЕРИ

Әртүрлі радикалды органикалық дисульфидтердің масс-спектрлері талқыланған. Зерттелінген қосындылардың молекулалық иондары едоғыр тұракты. Молекулалық иондардың бөлшектенуі радикалдардың табиғатына байланыстыры көрсетілген.

Тірек сөздер: масс-спектрі, дисульфидтер, молекулярлық ион, электрон мен ионизациялау, фрагменттеу.

Summary

S.Zh.Zhumagaliev, B.I.Kuanyshев, A.T.Saginaev, T.P.Serikov

(Atyrau Institute of Oil and Gas of MES of Republic of Kazakhstan, Atyrau)

MASS SPECTRA OF SOME ORGANIC DISULFIDES

Mass spectra examined various substituted disulfides. Molecular ions studied disulfides are stable. It is shown that the features of fragmentation of the molecular ions is dependent on the nature of the radicals.

Keywords: mass spectrum, disulfides, molecular ion, electron ionization, fragmentation.