

С.Ж. ЖУМАГАЛИЕВ, А.Т. САГИНАЕВ, Т.П. СЕРИКОВ

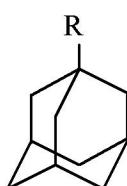
МАСС-СПЕКТРЫ И ОСОБЕННОСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ НЕКОТОРЫХ 1-МОНОЗАМЕЩЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АДАМАНТАНОВ

Атырауский институт нефти и газа, г. Атырау, Республика Казахстан

Рассмотрены масс-спектры десяти некоторых 1-монозамещенных производных адамантана и показаны особенности фрагментации в условиях масс-спектрометрии.

Данная статья продолжает цикл работ, направленных, с одной стороны, на изучение масс-спектров нефтяных алкиладамантанов [1-3], а с другой – на изучение масс-спектров синтетических производных адамантанов [4-6].

Настоящая работа посвящена изучению 10 масс-спектров некоторых 1-монозамещенных адамантанов с различными заместителями (I – X), с целью изучения влияния природы заместителей на реакции распада молекулярных ионов (МИ) в условиях масс-спектрометрии. В работе использованы масс-спектры адамантанов (I – X), имеющиеся на сервере NIST (США) [7].



I: R = $-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{C}(\text{O})\text{OH}$; II: R = $-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(\text{O})\text{OC}_2\text{H}_5$; III: R = $-\text{C}(\text{O})\text{OC}_5\text{H}_9$;
 IV: R = $-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{C}(\text{O})\text{OH}$; V: R = $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_5$;
 VI: R = $-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}_5\text{H}_9$; VII: R = $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}(\text{O})-\text{C}_6\text{H}_{11}$;
 VIII: R = $-(\text{CH}_2)_2-\text{O}-\text{C}(\text{O})-\text{C}_6\text{H}_{11}$; IX: R = $-\text{NH}-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{C}_7\text{H}_{12}\text{N}$;
 X: R = $\text{CH}_2-\text{C}(\text{O})-\text{O}-\text{CH}_2-\text{C}_7\text{H}_4\text{NS}$

В таблице 1 приведены масс-спектры вышеуказанных соединений (I-X), а интенсивности пиков от полного ионного тока основных характеристических и информативных ионов, а также устойчивость ($W_{\text{МИ}}$) молекулярных ионов (МИ) к электронной ионизации (ЭИ) даны в таблице 2.

Из этих данных видно, что за исключением адамантанов (III, VI-VIII) наблюдаются незначительные пики МИ. Максимальные пики адамантил-катионов с m/z 135 появляются в масс-спектрах адамантанов (I – VI, Φ_3 ; VII, Φ_4), с интенсивностью 14,8% (VIII, Φ_3), 2,9% (IX, Φ_1) и 7,1% (X, Φ_4) (таблица 2).

При анализе масс-спектров установлены наиболее характерные их особенности.

Из физической и теоретической органической химии известно, что стабильность карбкатионов зависит от степени делокализации положительного заряда на заместителях, связанных с карбкатионным центром. Поэтому электронодонорные заместители, обладающие индукционным (+J) и мезомерным (+M) эффектами, будут повышать стабильность карбкатионов. Электроноакцепторные заместители с индукционным (-J) и мезомерным (-M) эффектами у катионного центра дестабилизируют карбкатионы, и образование таких катионов в процессе фрагментации становится маловероятным.

Масс-спектры монозамещенных адамантанов (I-X) содержат сравнительно малоинтенсивные пики МИ, а в случаях III и VI-VIII вовсе отсутствуют.

Таблица 1. Масс-спектры некоторых монозамещенных адамантанов (I–X)

Ad-R	<i>m/z</i> (относительная интенсивность, %)
I	209(1), 165(1), 164(1), 136(8), 135(100), 108(2), 107(10), 106(3), 105(4), 95(1), 94(3), 93(26), 91(12), 82(2), 81(8), 80(4), 79(30), 77(12), 75(2), 74(5), 70(2), 69(4), 68(3), 67(11), 66(3), 65(5), 57(2), 56(3), 55(8), 54(4), 53(6), 52(2), 51(2), 46(3), 45(4), 44(2), 43(5), 42(3), 41(18), 39(9)
II	236(6), 192(1), 191(9), 190(7), 173(1), 163(1), 162(1), 147(1), 136(17), 135(100), 133(2), 119(2), 117(1), 108(1), 107(15), 106(2), 105(9), 101(3), 95(1), 94(3), 93(32), 92(6), 91(21), 81(9), 80(4), 79(37), 78(6), 77(16), 73(2), 69(3), 68(1), 57(2), 56(4), 55(13), 54(2), 53(9), 52(2), 51(2), 45(4), 44(1), 43(5), 42(6), 41(26), 40(4), 39(13), 31(1), 30(2), 29(56), 28(17), 27(25)
III	183(1), 182(10), 181(80), 163(2), 137(1), 136(10), 35(100), 133(1), 107(4), 105(1), 94(1), 93(7), 92(1), 91(3), 81(2), 80(1), 79(8), 78(1), 77(3), 69(4), 68(2), 67(4), 65(1), 55(2), 53(1), 41(4), 39(1), 29(1)
IV	262(2), 136(11), 135(100), 127(2), 126(19), 108(3), 107(6), 105(2), 95(1), 94(1), 93(12), 92(2), 91(7), 82(1), 81(9), 80(3), 79(17), 78(2), 77(6), 73(2), 69(2), 68(1), 67(10), 65(2), 57(1), 56(1), 55(8), 54(2), 53(4), 52(1), 51(1), 45(2), 44(1), 43(5), 41(13), 40(3), 39(6).
V	270(1), 180(1), 163(3), 137(1), 136(9), 135(100), 133(1), 119(1), 108(1), 107(7), 106(1), 105(2), 95(1), 94(2), 93(19), 92(6), 91(45), 90(2), 89(2), 82(1), 81(7), 80(3), 79(29), 78(4), 77(12), 69(3), 68(1), 67(12), 66(2), 65(11), 64(1), 63(2), 57(1), 56(2), 55(9), 54(1), 53(5), 52(2), 51(5), 50(2), 43(2), 42(1), 41(14), 40(2), 39(10), 38(1), 36(1), 29(3), 28(1), 27(4), 26(2)
VI	182(5), 181(38), 163(1), 137(1), 136(10), 135(100), 133(1), 107(4), 105(1), 98(1), 97(19), 96(60), 95(1), 94(1), 93(9), 92(2), 91(4), 82(1), 81(12), 80(1), 79(10), 78(1), 77(3), 69(2), 68(2), 67(6), 66(1), 65(1), 56(1), 55(15), 54(1), 53(2), 43(1), 42(1), 41(5), 39(2), 29(1), 27(1)
VII	193(11), 150(3), 149(34), 148(42), 136(9), 135(100), 133(2), 129(1), 119(2), 111(2), 107(6), 106(4), 105(4), 95(1), 94(3), 93(14), 92(14), 91(7), 83(10), 82(1), 81(7), 80(4), 79(13), 78(2), 77(4), 70(2), 69(2), 68(1), 67(8), 65(1), 56(1), 55(10), 54(1), 53(2), 43(1), 41(8), 39(3), 29(1).
VIII	208(2), 207(20), 179(4), 164(1), 163(14), 162(79), 161(1), 136(9), 135(100), 134(3), 133(4), 129(1), 128(1), 121(3), 120(5), 119(8), 111(3), 110(1), 108(2), 107(7), 106(13), 105(13), 104(2), 96(1), 95(3), 94(4), 93(22), 92(16), 91(11), 84(3), 83(21), 82(2), 81(11), 80(8), 79(20), 78(4), 77(6), 73(2), 70(2), 69(3), 68(2), 67(11), 66(2), 65(2), 56(3), 55(17), 54(3), 53(4), 51(1), 44(2), 43(2), 42(1), 41(13), 40(2), 39(5), 29(3), 27(2), 26(1).
IX	304(9), 273(1), 177(2), 152(1), 151(5), 136(2), 135(25), 128(2), 127(33), 126(100), 121(1), 120(8), 119(2), 112(9), 111(2), 110(28), 109(85), 108(10), 107(5), 106(2), 105(2), 99(11), 98(22), 97(4), 96(5), 95(4), 94(22), 93(18), 92(4), 91(8), 84(3), 83(7), 82(12), 81(25), 80(6), 79(21), 78(3), 77(11), 73(2), 72(2), 71(3), 70(13), 69(9), 68(7), 67(14), 66(4), 65(4), 58(14), 57(10), 56(9), 55(27), 54(9), 53(13), 51(3), 50(1), 45(1), 44(23), 43(18), 42(55), 41(42), 40(1), 39(16), 34(1).
X	341(10), 283(2), 167(5), 166(11), 165(100), 164(16), 151(3), 150(4), 149(29), 148(24), 136(6), 135(30), 133(9), 121(2), 119(2), 109(2), 108(4), 107(5), 106(1), 105(4), 104(4), 95(1), 94(1), 93(13), 92(5), 91(17), 82(1), 81(8), 79(18), 77(9), 69(6), 67(9), 65(3), 63(2), 57(1), 55(7), 53(3), 51(1), 45(5), 43(4), 41(15), 40(4), 39(7).

Таблица 2. Устойчивость молекулярных ионов (W_{MI}) и интенсивность основных характеристических и информативных фрагментов от полного ионного тока 1-монозамещенных адамантанов (I–X)

Ad-R	W_{MI}	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4
I	0,3	3,0	-	29,4	-
II	1,15	1,65	1,3	19,2	-
III	-	30,7	0,8	38,5	-
IV	1,8	-	-	37,0	7,2
V	0,3	-	0,95	28,2	12,6
VI	-	11,6	0,2	30,3	18,2
VII	-	2,9	9,4	11,5	27,7
VIII	-	3,75	0,6	14,8	18,9
IX	1,1	2,9	12,1	10,2	6,6
X	2,4	23,8	6,9	5,7	7,1

Устойчивость МИ (W_{MI}) к ЭИ варьируется в пределах 0,3–2,4 (табл. 2); в начальном этапе реакции распада МИ за исключением адамантанов (IV, V, IX, X) регистрируются информативные пики ацильных, ониевых (аммониевых) ионов за счет разрыва связей C–C, C–O и C–N заместителей (Φ_1 , I–III, VI–VIII; Φ_2 , II, III, V, VI, VIII; табл. 2, схема); для производных адамантанов IV–VI, IX, X характерны отрывы адамантилсодержащих радикалов с образованием ионов: Φ_4 , (m/z 126,

IV); Φ_4 (m/z 91, V), Φ_4 (m/z 96, VI), Φ_4 (m/z 42, IX), Φ_2 (m/z 126, IX), Φ_3 (m/z 109, IX), Φ_1 (m/z 165, X), Φ_3 (m/z 148, X) (табл. 2, схема).

Главные направления фрагментации МИ для изученных 1-монозамещенных адамантанов (I–X) образование карбкатиона адамантила Φ_1 (IX), Φ_3 (I–VI, VIII), Φ_4 (VII, X) с m/z 135 (табл. 1, 2; схема) при отщепление смешанных электроноакцепторных и электронодонорных заместителей аналогично аминометилен-, ацетил-, нитро-, меркапто-, хлор- и меркаптиооксометиладамантанам [4].

Следует отметить, что, обладая смешанными электроноакцепторными и электронодонорными свойствами, заместители не обеспечивают стабилизацию заряда МИ и легко отщепляются, поэтому в масс-спектре интенсивность МИ незначительна (в случае III, VI–VIII совсем отсутствуют пики МИ).

Адамантан-1-аминоэтаниловая кислота (I). Наличие в составе заместителя одновременно электронодонорной ($-NH_2$) и электроноакцепторной группы ($-COOH$) сильно влияют на интенсивность и направление фрагментации МИ.

В масс-спектре присутствует пик МИ с незначительной интенсивностью (1%, табл. 1; $W_{MI} = 0,3\%$, табл. 2). Образующийся МИ в момент ионизации электронами распадается с разрывом C–C-связи заместителя и элиминированием группы $-COOH$ с образованием фрагмента Φ_1 (m/z 164, схема).

Основное направление фрагментации, обусловленное элиминированием заместителя, приводит к образованию катиона-адамантил (m/z 135, Φ_3 , схема), пик которого в масс-спектре самый интенсивный. Далее в масс-спектре имеются пики ионов с m/z 107, 93, 79, 67, 55, аналогичные ионам адамантана [7].

1-(Этилпропаноатил)адамантан (II). Введение в молекулу адамантана заместителя с электроноакцепторной группой ($-C(O)-O-C_2H_5$) не вносит неожиданных изменений в картину его масс-спектра. Однако интенсивность МИ намного выше, чем в случае соединения I (табл. 1, 2). Распад МИ связан с разрывом связи C–O в сложноэфирном фрагменте заместителя с образованием ониевых ионов Φ_1 ($[M-OC_2H_5]^+$, m/z 191, табл. 1, 2; схема). Также присутствует пик незначительной интенсивности иона $[M-HOC_2H_5]^+$ с m/z 190 (табл. 1). Как и следовало ожидать, максимальной интенсивностью в масс-спектре (II) обладает пик адамантил-катиона Φ_3 (табл. 1, 2; схема) с m/z 135. Как и в предыдущем случае, в масс-спектре имеются пики, типичные для адамантана.

В масс-спектре в области низких масс интенсивным является пик с m/z 29, относящийся к иону $[C_2H_5]^+$.

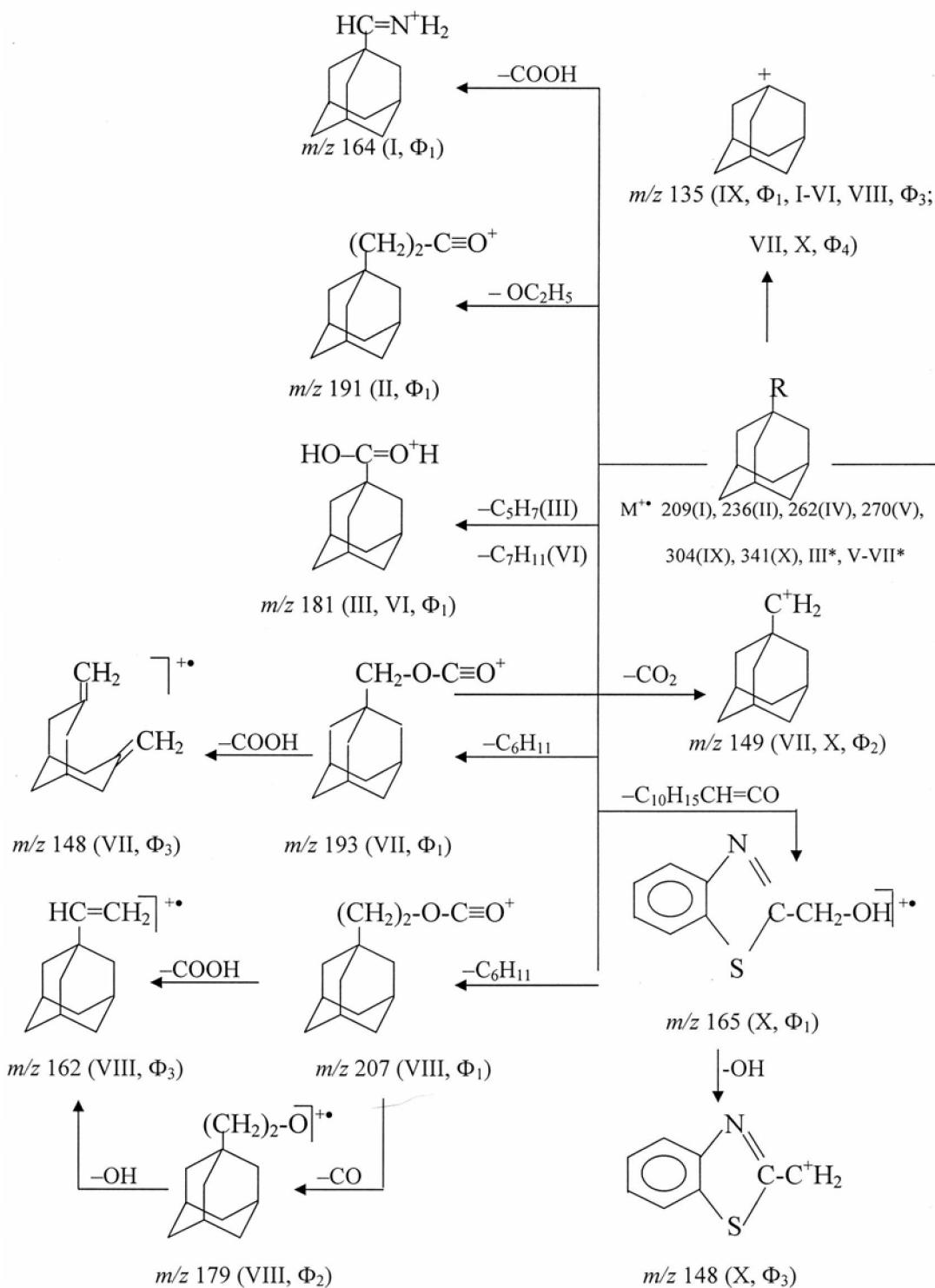
Циклопентиладамантоат-1 (III). Для фрагментации III характерны два направления, обеспечивающие высокую характеристичность его масс-спектра. Обладая сильным электроноакцепторным свойством, сложноэфирный заместитель в молекуле соединения III не может стабилизировать заряд МИ и легко распадается. Поэтому основные пики в масс-спектре отвечают ионам с m/z 181 и m/z 135, которые образуются в результате разрыва связи O– с миграцией двух атомов водорода из циклопентильного радикала с образованием протонированного иона адамантановой кислоты Φ_1 (m/z 181) и отщепление сложноэфирного заместителя, приводящее к карбкатиону адамантила Φ_3 (табл. 2, схема) с m/z 135 (табл. 1). Кроме того, имеется небольшой пик ацильного иона Φ_2 ($+O=C-Ad$) с m/z 163, который образуется при отщеплении воды из протонированного иона адамантановой кислоты ($\Phi_1 \rightarrow \Phi_2$). Далее аналогично адамантану.

Адамантан-1-циклогексаниловая кислота (IV). В масс-спектре присутствует пик МИ незначительной интенсивности (табл. 1, 2), распад которого связан с расщеплением связи между циклогексилом и адамантилом, при этом образуются адамантил-катион Φ_3 (m/z 135) с максимальной интенсивностью и второй по интенсивности ион-радикал циклогексеновой кислоты с m/z 126 (Φ_4 , табл. 2, схема). А также имеются пики с m/z 107, 93, 91, 79, 77, 67, 55 аналогично масс-спектру адамантана. В масс-спектре области низких масс наблюдается пик с m/z 81, относящийся к иону циклогексенила, образованному из иона Φ_3 (m/z 126) при отщеплении $COOH$ -группы.

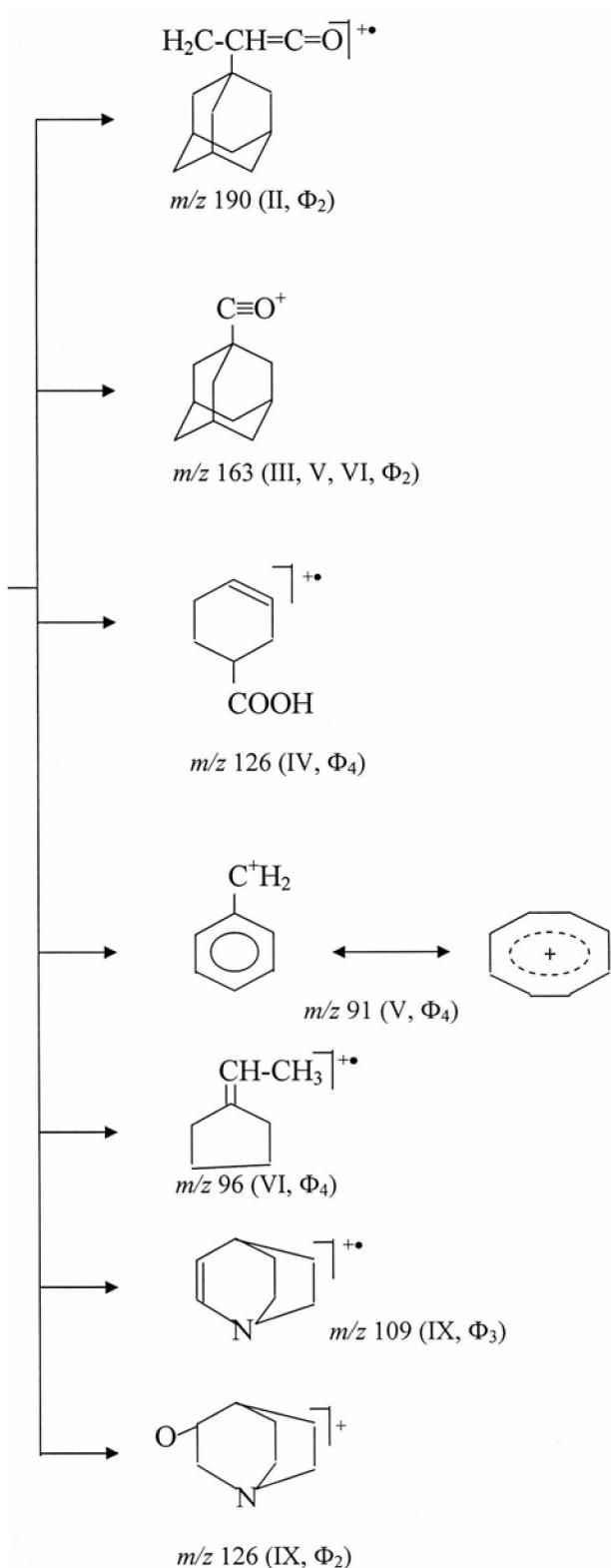
Бензиладамантоат-1 (V). В отличие от циклопентиладамантоата-1 (III) масс-спектре имеется малозаметный пик МИ (m/z 270). Далее наблюдается небольшой пик ацильного иона Φ_2 (адамантаноил) с m/z 163 при разрыве связи $-C(O)-O-$, аналогично III.

Основной процесс фрагментации МИ соединения V связан с последовательным выбросом радикала (α -разрыв) и нейтральной молекулы CO с образованием карбкатиона адамантила Φ_3 (m/z 135, табл. 2, схема) – максимального по интенсивности (табл. 1).

Схема фрагментации 1-монозамещенных адамантанов (I – X)



* молекулярные ионы в масс-спектрах соединений III, V-VII отсутствуют



Другое направление распада МИ включает разрыв связи $-\text{O}-\text{CH}_2-$ с локализацией заряда на бензиле Φ_4 ($m/z\ 91$) – второй по интенсивности в масс-спектре.

Метилцикlopентилметилидениладамантоат (VI). Наиболее характеристические направления распада МИ, который был отмечен для цикlopентиладамантоата (III), заключается в миграции двух атомов водорода через циклическое переходное состояние с последующим разрывом связей

зи С–О и приводит к предпочтительному элиминированию радикала $-C_7H_{11}$ с образованием протонированного иона адамантановой кислоты (Φ_1 , табл. 2, схема). Второе направление фрагментации связано с отщеплением заместителя и образования адамантил-катиона Φ_3 (m/z 135, табл. 2, схема).

Наконец, еще один возможный путь распада иона этилиденцикlopентана с m/z 96 (пик которого второй по интенсивности, Φ_4 , табл. 1, 2; схема) при разрыве связи $-O-C(H)=$ заместителя. Следует отметить, что легкость протекания этих реакций фрагментации дестабилизирует молекулярный ион (МИ), пик которого отсутствует в масс-спектре.

1-(Циклогексаноатил)метиленадамантан (VII). Введение электроноакцепторной ($-C(O)O-$)-группы между метиладамантилом и циклогексилом существенно меняет характер фрагментации.

В масс-спектре пик МИ отсутствует, вероятно, вследствие дестабилизующего влияния электроноакцепторной группы ($-COOR$), обладающего $-M$, $-J$ -эффектами.

Первым актом фрагментации в данном случае является элиминирование циклогексила, приводящее к образованию иона Φ_1 (табл. 2; схема). Дальнейшая фрагментация иона Φ_1 происходит за счет отщепления молекулы CO_2 с образованием иона Φ_2 . Следует отметить, что ион Φ_2 может образоваться при отщеплении циклогексила со сложноэфирной группой из МИ. Вторым по интенсивности является пик иона, вероятно, молекулы 3,7-диметилен-бицикло[3.3.1]нонана (m/z 148, Φ_3 ; схема), образующегося как при распаде МИ, так и при элиминировании карбоксила ($-COOH$) из иона Φ_1 в результате разрыва C–C-связей адамантанового скелета с отрывом атома водорода.

Как и в предыдущих случаях, в масс-спектре имеется пик адамантил-катиона (m/z 135) с максимальной интенсивностью. Далее в масс-спектре имеются пики ионов с m/z 107, 93, 76, 67, 55, аналогичные фрагментам адамантана. Однако, среди них регистрируются пики ионов $[C_7H_8]^+$ (m/z 92) и $[C_6H_{11}]^+$ (m/z 83), образующиеся при отрыве изобутена из иона Φ_3 (m/z 148) и во время распада МИ из заместителя отрывается карбкатион циклогексила $[C_6H_{11}]^+$, m/z 83, табл. 1).

1-(Циклогексаноатил)этиленадамантан (VIII). В масс-спектре, также как и в случае соединения (VII), отсутствует пик МИ. Как и в предыдущем случае, в масс-спектре имеются пики фрагментов Φ_1 (m/z 207) и Φ_2 (m/z 162), характерные для распада соответствующего циклогексаноатильного заместителя. Максимальной интенсивностью в масс-спектре обладает пик адамантил-катиона (Φ_3) с m/z 135. Область масс-спектра ниже m/z 135 и схожа с масс-спектром соединения VII.

1-(Хиндклидиниламинометаноатил)адамантан (IX). Замена циклогексаниловых на хиндклидинилу и метиленовую на аминную группу в производном адамантана (VII) существенно меняет характер фрагментации МИ производного адамантана (IX). В масс-спектре появляется заметный пик МИ (m/z 304, табл. 1) с устойчивостью к ЭИ $W_{MI}=1,1$ (табл. 2); присутствуют также незначительные пики ионов $[M-C_2H_4]^+$ (m/z 276), $[M-(C_7H_{12}N)OH]^+$ (m/z 177) и $[M-C(O)OC_7H_{14} N]^+$ (m/z 151), которые являются информативными пиками в масс-спектре. Затем появляется значительный пик адамантил-катиона (m/z 135) Φ_1 . В масс-спектре самый интенсивный пик отвечает фрагменту Φ_2 (табл. 2, схема), который возникает при разрыве C–O-связи эфирной части соединения.

Второй по интенсивности пик отвечает катион-радикалу азобицикло[2.2.2]октен-2-илу с m/z 109 (Φ_3). Далее среди пиков ионов, характерных для адамантана, присутствуют пики фрагментов: $[C_7H_{12}N]^+$ (m/z 110), $[C_5H_8NO]^+$ (m/z 98), $[C_5H_7N]^+$ (m/z 81) и $[H_2C=N=CH_2]^+$ (m/z 42), образующиеся из ионов Φ_2 , Φ_3 в результате расщепления азобицикла (табл. 2, схема).

1-(Бензотиазолил-2-метиленэтаноатил)адамантан (X). Введение в состав заместителя электронодонора сложного состава и структуры – бензотиазолила заметно стабилизирует МИ и его устойчивость к ЭИ – самый высокий ($W_{MI}=2,4$, табл. 2) среди изученных адамантанов (I–X). Максимальной интенсивностью в масс-спектре обладает пик ион-радикала бензотиазолиметанола (m/z 165, Φ_1 , табл. 2), образующийся при разрыве $-C-C(O)-$ связи с последующим переходом атома водорода из отщепляющейся части молекулы к атому кислорода фрагмента Φ_1 (схема). Далее он теряет $-OH$ -группу с образованием иона Φ_3 с m/z 148. Рядом с пиком иона Φ_3 наблюдается интенсивный пик иона Φ_2 (m/z 149), образование которого связано с отщеплением сложноэфирной группы с бензотиазолилом (схема). В масс-спектре второй по интенсивности пик отвечает адамантил-катиону Φ_4 с m/z 135 (схема).

Таким образом, за исключением циклопентил-, метилциклопентил-метилидениладамантоатов (III, VI), 1-(циклогексаноатил)метиленадамантана (VII) и 1-(циклогексаноатил) этиленадамантана (VIII) изученные соединения дают заметные пики МИ; на основе рассмотрения масс-

спектров предложена общая схема реакции распада МИ некоторых десяти 1-моно-замещенных адамантанов и установлены закономерности образования молекулярных, осколочных и перегруппировочных ионов, образующихся на первых стадиях ЭИ; показано, что интенсивность, устойчивость МИ (W_{MI}) и направление реакции фрагментации зависит от природы заместителей; введение электроноакцепторов в качестве заместителей в молекулу адамантана подавляют процесс образования МИ (соед. III, VI–VIII; табл. 1, 2), при этом образование адамантил-катионов (m/z 135) идет с максимальной вероятностью, напротив, введение электронодонорных заместителей (IX, X) приводит к уменьшению интенсивности адамантил-катионов и локализацию положительного заряда на электронодонорных заместителях (Φ_4 , IX, Φ_1 , X, табл. 2; схема). Вероятность протекания этих процессов зависит от природы заместителя и установленные особенности поведения могут служить удобным критерием для подтверждения структуры сложнозамещенных производных адамантанов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сакипова Л.Б., Мухамбетова Г.И., Жумагалиев С.Ж., Оразова Г.А. Масс-спектрометрическое исследования адамантана, 1-, 2-метил- и 1-, 2-этиладамантанов // Вестник АИНГ, 2004, №5, с.83-86.
2. Жумагалиев С.Ж., Сагинаев А.Т., Жумагалиев А.С., Сериков Т.П. Масс-спектрометрическое поведение некоторых алкиладамантанов // Нефть и газ, 2005, № 3, с. 53-57.
3. Жумагалиев С.Ж. Масс-спектрометрические особенности некоторых алкил- и алкениладамантанов // Изв. НАН РК, серия химическая, 2006, № 2, с. 33-38.
4. Жумагалиев С.Ж. Сравнительное масс-спектрометрическое изучение некоторых 1-монозамещенных адамантанов // Изв. НАН РК, серия химическая, 2010, № 5, с. 24-28.
5. Сериков Т.П., Сагинаев А.Т., Куанышев Б.И., Жумагалиев С.Ж. Основные закономерности фрагментации молекулярных ионов некоторых 1-монозамещенных адамантанов // Материалы IV Всероссийской конференции с международным участием «Масс-спектрометрия и ее прикладные проблемы». Москва, 2011, ОС-3, с.107.
6. Сериков Т.П., Сагинаев А.Т., Жумагалиев С.Ж. Масс-спектрометрическое поведение некоторых монозамещенных адамантанов // Материалы VII Международного Беремжановского съезда по химии и химической технологии // Вестник КазНУ, серия химическая, №1 (65), 2012, с. 387-389.
7. NIST Chemistry Web Book. NIST Standard Reference Database Number 69 – November 1998 Release, <http://webbook.nist.gov/chemistry>.

С.Ж.Жумагалиев, А.Т.Сагинаев, Т.П.Сериков

АДАМАНТАНДАРДЫҢ КЕЙБІР 1-МОНОАЛМАСҚАН ТҮҮНДҮЛАРЫНЫҢ МАСС-СПЕКТРЛЕРИ ЖӘНЕ ФРАГМЕНТАЦИЯ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Адамантанның кейбір 1-моноалмасқан туындыларының масс-спектрлері қарастырылып, олардың масс-спектрометриялық жағдайдағы фрагментациялық ерекшеліктері көрсетілген.

S.ZH. Zhumagaliев, A.T. Saginayev, T.P. Serikov

MASS SPECTRA AND FEATYRES OF A FRAGMENTATION OF SOME 1-MONOREPLACED DERIVATIVES ADAMANTANES

Mass spectra of 10 some 1-monoreplaced derivatives adamantanes are considered and features of a fragmentation in the conditions of mass spectrometry are shown