

Ю. ЭЙЗЕН, С. РАНГ, В. КАСК, О. ЭЙЗЕН

## ИНФРАКРАСНЫЕ СПЕКТРЫ НЕКОТОРЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ ЦИКЛОГЕКСЕНОвого РЯДА

### Сообщение второе

В настоящей статье, являющейся продолжением работы [1], обсуждается возможность идентификации соединений циклогексенового ряда в инфракрасной спектральной области. Если в [1] рассматривались спектральные закономерности 1- и 3-моноалкилциклогексенов  $C_7 - C_{10}$ , то здесь представлен материал по различным циклогексенам  $C_{11} - C_{16}$ .

Соединения циклогексенового ряда были синтезированы согласно методике, приведенной в [1], и очищены методом препаративной газовой хроматографии. Степень чистоты полученных при этом веществ характеризуется в табл. 1.

Таблица 1

Чистота циклогексеновых углеводородов, использованных  
 для спектральных исследований

| Углеводород              | Изомер-1 | Изомер-3 |
|--------------------------|----------|----------|
|                          | %        |          |
| Пентилциклогексен-1      | 89,0     | 98,8     |
| Гексилциклогексен-1      | 98,6     | 100,0    |
| Гептилциклогексен-1      | 94,6     | 100,0    |
| Октилциклогексен-1       | 87,4     | 94,5     |
| Нонилциклогексен-1       | 94,1     | 98,0     |
| Фенилциклогексен-1       | 100,0    | 100,0    |
| Бензилциклогексен-1      | 98,3     | 100,0    |
| Аллилциклогексен-1       | 98,0     | 100,0    |
| Циклогексилциклогексен-1 | 100,0    | 98,5     |

Спектры снимались в области  $400 - 3100 \text{ см}^{-1}$  с призмами из  $KBr$ ,  $NaCl$  и  $LiF$ , без растворителя, при толщине слоя  $0,03$  и  $0,002 \text{ мм}$  на спектрографе UR-10. Волновые числа абсорбционных максимумов уточнялись по спектру полистирола. Результаты опытов приведены в табл. 2 и на рис. 1 и 2.

Как уже отмечалось в [1], в области волновых чисел  $3100 - 2800 \text{ см}^{-1}$  для определения различия между спектрами 1- и 3-алкилзамещенных циклогексенов можно использовать частоты  $3063, 3021$  и  $3047, 2997 \text{ см}^{-1}$ . Две первые частоты характерны для 3-алкилциклогексенов, вторые — для 1-алкилциклогексенов. Согласно Х. Шиманскому [2], волновые числа валентных колебаний группы  $=CH$  отвечают области  $3040 - 3010 \text{ см}^{-1}$



Таблица 2

## Абсорбционные максимумы циклогексенов

| Углеводород                | Волновые числа, отвечающие абсорбционным максимумам, см <sup>-1</sup> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-Пентилциклогексен-1      | 541   | 724  | 743  | 754  | 758  | 800  | 828  | 843  | 858  | 894  | 912  | 918  | 934  | 968  | 1022 | 1045 | 1070 | 1103 |
|                            | 1137  | 1157 | 1175 | 1242 | 1269 | 1302 | 1308 | 1313 | 1337 | 1343 | 1379 | 1441 | 1450 | 1464 |      |      |      |      |
|                            | 1672  | 2664 | 2733 | 2838 | 2858 | 2875 | 2925 | 2956 | 2995 | 3050 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1-Гексилциклогексен-1      | 538   | 725  | 746  | 762  | 800  | 831  | 848  | 858  | 884  | 890  | 918  | 936  | 965  | 988  | 996  | 1021 | 1048 | 1072 |
|                            | 1105  | 1137 | 1157 | 1181 | 1241 | 1270 | 1311 | 1344 | 1381 | 1443 | 1452 | 1465 | 1673 | 2669 |      |      |      |      |
|                            | 2838  | 2859 | 2874 | 2891 | 2928 | 2956 | 2995 | 3044 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1-Гептилциклогексен-1      | 540   | 723  | 760  | 800  | 832  | 852  | 899  | 918  | 936  | 966  | 998  | 1024 | 1048 | 1075 | 1107 | 1118 | 1137 | 1155 |
|                            | 1180  | 1235 | 1243 | 1295 | 1310 | 1341 | 1345 | 1380 | 1443 | 1450 | 1467 | 1674 | 2664 | 2837 | 2858 |      |      |      |
|                            | 2874  | 2923 | 2954 | 2997 | 3046 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1-Октилциклогексен-1       | 538   | 609  | 644  | 721  | 750  | 754  | 766  | 771  | 797  | 829  | 860  | 917  | 1051 | 1077 | 1106 | 1137 | 1158 | 1179 |
|                            | 1243  | 1271 | 1311 | 1334 | 1380 | 1442 | 1450 | 1458 | 1466 | 1470 | 1672 | 2667 | 2838 | 2856 | 2873 |      |      |      |
|                            | 2927  | 2957 | 3000 | 3047 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1-Нонилциклогексен-1       | 448   | 463  | 645  | 721  | 750  | 759  | 798  | 831  | 858  | 917  | 963  | 1024 | 1051 | 1077 | 1107 | 1137 | 1155 | 1179 |
|                            | 1241  | 1269 | 1309 | 1338 | 1344 | 1379 | 1442 | 1450 | 1465 | 1673 | 1738 | 2670 | 2836 | 2856 |      |      |      |      |
|                            | 2873  | 2925 | 2956 | 2998 | 3047 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1-Аллилциклогексен-1       | 438   | 448  | 512  | 550  | 583  | 677  | 691  | 706  | 760  | 799  | 818  | 829  | 857  | 882  | 913  | 947  | 972  | 994  |
|                            | 1077  | 1102 | 1138 | 1175 | 1215 | 1243 | 1268 | 1282 | 1312 | 1344 | 1374 | 1414 | 1434 | 1441 |      |      |      |      |
|                            | 1451  | 1460 | 1642 | 1674 | 1737 | 1751 | 1828 | 2659 | 2678 | 2837 | 2860 | 2882 | 2894 | 2929 |      |      |      |      |
|                            | 2980  | 3006 | 3082 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 1-Изоамилциклогексен-1     | 461   | 533  | 551  | 610  | 675  | 697  | 721  | 746  | 761  | 801  | 826  | 840  | 863  | 905  | 920  | 940  | 963  | 1048 |
|                            | 1110  | 1121 | 1141 | 1160 | 1172 | 1210 | 1246 | 1273 | 1314 | 1343 | 1347 | 1362 | 1391 | 1445 |      |      |      |      |
|                            | 1456  | 1475 | 1676 | 1698 | 1720 | 1736 | 2664 | 2721 | 2841 | 2862 | 2874 | 2939 | 2959 | 3000 | 3049 |      |      |      |
| 3-Пентилциклогексен-1      | 460   | 538  | 595  | 675  | 697  | 720  | 764  | 797  | 840  | 859  | 885  | 905  | 910  | 923  | 958  | 1059 | 1120 | 1142 |
|                            | 1251  | 1302 | 1321 | 1344 | 1379 | 1436 | 1449 | 1458 | 1464 | 1470 | 1654 | 1689 | 2664 | 2849 | 2857 |      |      |      |
|                            | 2874  | 2928 | 2959 | 3021 | 3063 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3-Гексилциклогексен-1      | 460   | 538  | 595  | 663  | 674  | 697  | 721  | 781  | 807  | 862  | 894  | 901  | 955  | 971  | 982  | 1048 | 1058 | 1122 |
|                            | 1181  | 1254 | 1268 | 1306 | 1321 | 1342 | 1352 | 1370 | 1378 | 1395 | 1437 | 1448 | 1457 | 1468 |      |      |      |      |
|                            | 1659  | 1691 | 1735 | 2661 | 2731 | 2837 | 2854 | 2864 | 2925 | 2956 | 3021 | 3063 |      |      |      |      |      |      |
| 3-Гептилциклогексен-1      | 541   | 595  | 665  | 676  | 696  | 721  | 768  | 798  | 862  | 876  | 907  | 928  | 957  | 967  | 1049 | 1059 | 1086 | 1112 |
|                            | 1122  | 1142 | 1182 | 1250 | 1260 | 1292 | 1304 | 1311 | 1321 | 1342 | 1354 | 1379 | 1396 | 1439 |      |      |      |      |
|                            | 1451  | 1457 | 1468 | 1660 | 1693 | 2662 | 2732 | 2856 | 2925 | 2956 | 3023 | 3063 |      |      |      |      |      |      |
| 3-Октилциклогексен-1       | 538   | 591  | 642  | 673  | 695  | 720  | 778  | 863  | 890  | 900  | 912  | 925  | 953  | 1025 | 1058 | 1085 | 1123 | 1142 |
|                            | 1179  | 1258 | 1320 | 1344 | 1372 | 1380 | 1439 | 1450 | 1459 | 1468 | 1658 | 1745 | 2661 | 2730 | 2839 |      |      |      |
|                            | 2857  | 2873 | 2925 | 2953 | 3023 | 3064 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3-Нонилциклогексен-1       | 538   | 594  | 661  | 672  | 691  | 718  | 802  | 863  | 917  | 956  | 1061 | 1124 | 1141 | 1181 | 1270 | 1348 | 1382 |      |
|                            | 1438  | 1454 | 1459 | 1469 | 1655 | 2655 | 2857 | 2927 | 2957 | 3021 | 3061 |      |      |      |      |      |      |      |
| 3-Бензилциклогексен-1      | 458   | 503  | 524  | 589  | 618  | 664  | 670  | 696  | 720  | 743  | 763  | 793  | 810  | 850  | 863  | 914  | 930  | 941  |
|                            | 1005  | 1029 | 1042 | 1062 | 1080 | 1089 | 1133 | 1181 | 1213 | 1228 | 1250 | 1273 | 1322 | 1350 | 1399 |      |      |      |
|                            | 1438  | 1451 | 1458 | 1500 | 1589 | 1609 | 1657 | 1692 | 1727 | 1804 | 1877 | 1949 | 2048 | 2059 | 2841 |      |      |      |
|                            | 2850  | 2927 | 3027 | 3065 | 3086 | 3111 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3-Фенилциклогексен-1       | 457   | 507  | 526  | 596  | 675  | 703  | 725  | 741  | 757  | 791  | 845  | 880  | 894  | 910  | 923  | 933  | 983  | 993  |
|                            | 1029  | 1040 | 1062 | 1074 | 1112 | 1134 | 1146 | 1154 | 1179 | 1189 | 1220 | 1248 | 1263 | 1273 |      |      |      |      |
|                            | 1300  | 1323 | 1337 | 1434 | 1454 | 1495 | 1584 | 1602 | 1650 | 1706 | 1746 | 1819 | 1879 | 1941 | 2663 |      |      |      |
|                            | 2837  | 2857 | 2933 | 3027 | 3053 | 3063 | 3084 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3-Аллилциклогексен-1       | 454   | 458  | 532  | 549  | 619  | 635  | 666  | 687  | 699  | 724  | 787  | 798  | 853  | 863  | 913  | 940  | 964  | 994  |
|                            | 1049  | 1060 | 1088 | 1111 | 1124 | 1144 | 1173 | 1214 | 1221 | 1230 | 1248 | 1271 | 1297 | 1318 |      |      |      |      |
|                            | 1320  | 1347 | 1399 | 1418 | 1442 | 1451 | 1644 | 1689 | 1736 | 1831 | 2658 | 2838 | 2859 | 2926 | 2982 |      |      |      |
|                            | 3021  | 3069 | 3080 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 3-Циклогексилциклогексен-1 | 458   | 486  | 531  | 541  | 561  | 602  | 676  | 700  | 721  | 738  | 752  | 772  | 793  | 811  | 847  | 864  | 872  | 890  |
|                            | 933   | 954  | 994  | 1049 | 1106 | 1140 | 1150 | 1176 | 1190 | 1220 | 1238 | 1256 | 1267 | 1298 | 1318 |      |      |      |
|                            | 1349  | 1357 | 1375 | 1457 | 1640 | 1697 | 1744 | 2663 | 2668 | 2673 | 2799 | 2839 | 2856 | 2933 | 3022 |      |      |      |

как в случае олефинов типа  $CRR = CHR$ ,  $цис-CHR = CHR$ , так и  $транс-CHR = CHR$ . Этой области принадлежит валентное колебание  $3021\text{ см}^{-1}$  3-алкилциклогексенов. По всей вероятности, сюда же относится и частота  $2997\text{ см}^{-1}$ , характерная для 1-алкилциклогексенов. По сравнению с абсорбцией при частоте  $3021\text{ см}^{-1}$  абсорбция при частотах 3063, 3047 и 2997 слаба. И. Шабтай и др. [3] отмечают отсутствие максимума  $3020\text{ см}^{-1}$  у 3-этил- и 3-изоопропилциклогексенов. Согласно нашим данным [1], этот максимум наблюдается при частотах 3018—3020  $\text{см}^{-1}$ .

Ярко выраженные максимумы 2939, 2856 отвечают асимметричным и симметричным валентным колебаниям группы  $-CH_2-$ , в то время



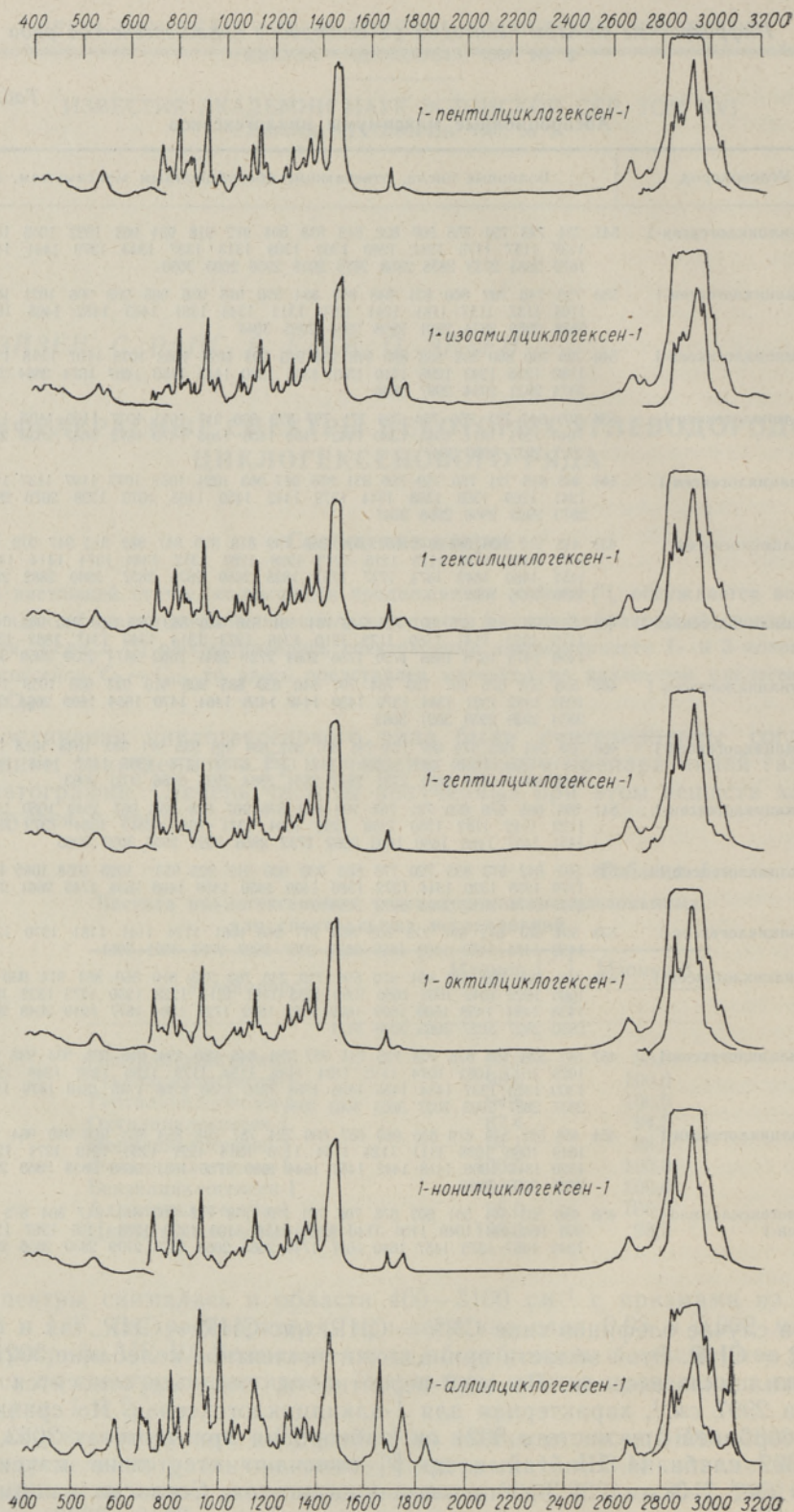


Рис. 1. Инфракрасные спектры 1-замещенных циклогексенов-1.

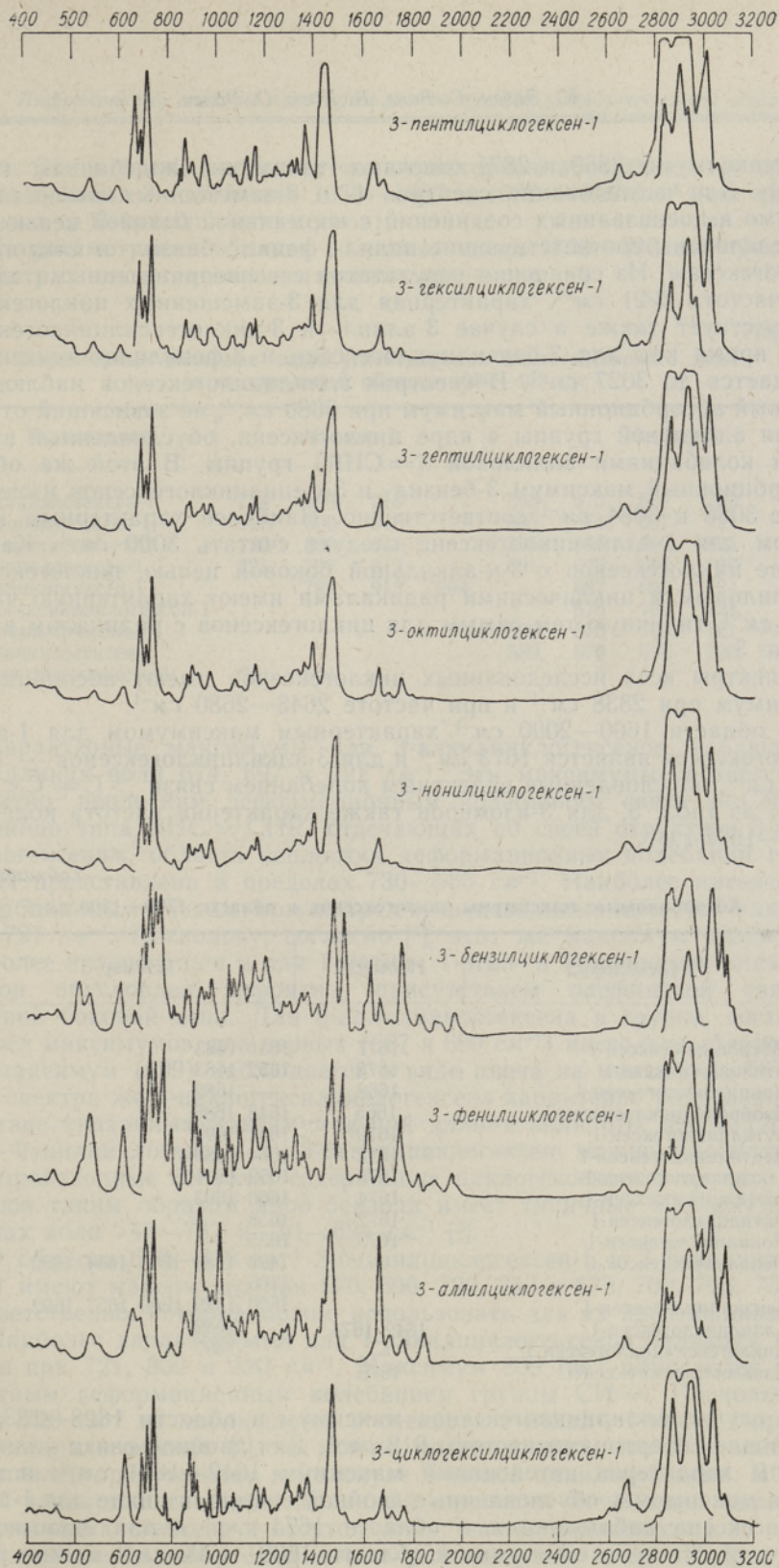


Рис. 2. Инфракрасные спектры 3-замещенных циклогексенов-1.



как максимумы 2859 и 2871 отвечают таким же колебаниям группы  $-\text{CH}_3$ . Для исследования спектров 1- и 3-замещенных циклогексенов, помимо вышеназванных соединений с нормальной боковой цепью, были синтезированы соответствующие аллил-, фенил-, бензил- и циклогексилциклогексены. Из сравнения результатов с вышеприведенными следует, что частота  $3021 \text{ см}^{-1}$ , характерная для 3-замещенных циклогексенов, присутствует также в случае 3-аллил- и 3-циклогексилциклогексенов, в то время как для 3-бензилциклогексена и 3-фенилциклогексена она смещается до  $3027 \text{ см}^{-1}$ . В спектрах аллилциклогексенов наблюдается сильный абсорбционный максимум при  $3080 \text{ см}^{-1}$ , не зависящий от положения аллиловой группы в ядре циклогексена, обусловленный валентными колебаниями аллиловой ( $=\text{CHR}$ ) группы. В этой же области абсорбционный максимум 3-бензил- и 3-фенилциклогексенов имеет значение  $3086$  и  $3084 \text{ см}^{-1}$  соответственно. Наиболее характерным максимумом для 1-аллилциклогексена следует считать  $3000 \text{ см}^{-1}$ . Как и в случае циклогексенов с 3-*n*-алкильной боковой цепью, циклогексены с 3-аллиловым и циклическими радикалами имеют характерную частоту  $3063 \text{ см}^{-1}$ , типичную тем самым для циклогексенов с радикалом в положении 3.

Спектры всех исследованных циклогексенов имеют абсорбционный максимум при  $2838 \text{ см}^{-1}$  и при частоте  $2648$ — $2680 \text{ см}^{-1}$ .

В области  $1600$ — $2000 \text{ см}^{-1}$  характерным максимумом для 1-алкилциклогексенов является  $1673 \text{ см}^{-1}$  и для 3-алкилциклогексенов —  $1651$ — $1660 \text{ см}^{-1}$ , обусловленные валентным колебанием связи  $>\text{C}=\text{C}<$ . Как видно из табл. 3, для 3-изомеров также характерна частота колебания  $1683$ — $1697 \text{ см}^{-1}$ .

Таблица 3

Абсорбционные максимумы циклогексенов в области  $1700$ — $1500 \text{ см}^{-1}$ 

| Углеводород              | Изомер-1  | Изомер-3 |      |      |           |
|--------------------------|-----------|----------|------|------|-----------|
| Метилциклогексен-1       | 1677      | 1651     | 1683 |      |           |
| Этилциклогексен-1        | 1673      | 1652     | 1683 |      |           |
| Пропилциклогексен-1      | 1668      | —        | 1682 |      |           |
| Изопропилциклогексен-1   | 1665      | 1648     | 1686 |      |           |
| Бутилциклогексен-1       | 1670      | 1651     | 1693 |      |           |
| Пентилциклогексен-1      | 1672      | 1654     | 1689 |      |           |
| Гексилциклогексен-1      | 1673      | 1659     | 1691 |      |           |
| Гептилциклогексен-1      | 1674      | 1660     | 1693 |      |           |
| Октилциклогексен-1       | 1672      | 1658     |      |      |           |
| Нонилциклогексен-1       | 1673      | 1655     | —    |      |           |
| Фенилциклогексен-1       | —         | 1495     | 1584 | 1640 | 1644 1650 |
|                          |           | 1706     |      |      |           |
| Бензилциклогексен-1      | —         | 1500     | 1589 | 1609 | 1657 1692 |
| Аллилциклогексен-1       | 1642 1674 | —        | 1639 |      |           |
| Циклогексилциклогексен-1 | —         | —        | 1697 |      |           |
| Изоамилциклогексен-1     | 1676      |          |      |      |           |

В случае аллилциклогексенов максимум в области  $1828$ — $1831 \text{ см}^{-1}$  обусловлен обертонами частоты  $912 \text{ см}^{-1}$ . Для двойной связи аллиловой группы характерен интенсивный максимум  $1642$ — $1644 \text{ см}^{-1}$ ; в то же время максимумы, обусловленные двойной связью, в цикле для 1-аллилциклогексена наблюдаются в области  $1674 \text{ см}^{-1}$  и для 3-изомера —  $1689 \text{ см}^{-1}$ . На этом основании в области  $1600$ — $1700 \text{ см}^{-1}$  можно различать типы двойной связи.

Труднее интерпретировать максимумы ароматических циклогексенов. Максимумы  $1500$ ,  $1584$ — $1589$ ,  $1602$ — $1609$  обусловлены ароматическим



ядром. Здесь также представлены характерные абсорбционные области для замещения 3-положения 1650—1657 и 1692—1706  $\text{см}^{-1}$  (см. спектры 3-бензил- и 3-фенилциклогексенов).

Из рассмотрения области волновых чисел 1000—400  $\text{см}^{-1}$  (табл. 4) в спектрах циклогексенов вытекает следующее.

Таблица 4

Характерные волновые числа углеводов циклогексенового ряда в спектральной области 1000—400  $\text{см}^{-1}$ 

| Углеводород              | Изомер-1 |     |     | Изомер-3 |     |     |     |     |     |
|--------------------------|----------|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                          |          |     |     |          |     |     |     |     |     |
| Пентилциклогексен-1      | 724      | 800 | 918 | 595      | 675 | 697 | 720 |     |     |
| Гексилциклогексен-1      | 725      | 800 | 918 | 595      | 674 | 697 | 721 |     |     |
| Гептилциклогексен-1      | 723      | 800 | 918 | 595      | 676 | 696 | 721 |     |     |
| Октилциклогексен-1       | 721      | 797 | 917 | 591      | 673 | 695 | 720 |     |     |
| Аллилциклогексен-1       |          | 799 | 913 | 994      | 687 | 699 | 724 |     |     |
| Циклогексилциклогексен-1 |          |     |     |          | 676 | 700 | 721 |     |     |
| Фенилциклогексен-1       |          |     |     | 596      | 675 | 703 | 721 | 741 |     |
| Бензилциклогексен-1      |          |     |     | 589      | 670 | 696 | 720 | 743 | 757 |
| Изоамилциклогексен-1     | 721      | 801 |     |          |     |     |     |     |     |

Характерные максимумы для 3-алкилциклогексенов наблюдаются при длинах волн 674, 697 и 721  $\text{см}^{-1}$ . Эти максимумы соответствуют, вероятно, неплоским деформационным колебаниям связи  $=\text{CH}$ . Для олефинов типа  $\text{RHC}=\text{CHR}$ , отвечающих по своей структуре 3-алкилциклогексенам, область неплоских деформационных колебаний группы  $=\text{CH}$  представлена в пределах 730—665  $\text{см}^{-1}$ . Наиболее интенсивным абсорбционным максимумом из трех вышеназванных является максимум при 721  $\text{см}^{-1}$ . Поскольку, согласно [1], этот же максимум оказывается наиболее интенсивным и для 1-метил-, 1-этил- и 1-пропилциклогексенов, то он обусловлен, вероятно, присутствием олефиновой связи и длинной боковой цепи. Для 3-аллилциклогексена в группе, состоящей из трех максимумов, два первых (687 и 699  $\text{см}^{-1}$ ) настолько сближаются, что максимум (699) наблюдается в виде плеча на максимуме 687  $\text{см}^{-1}$ . Для спектра же 3-циклогексилциклогексена характерно раздельное присутствие указанных максимумов при длинах волн 670, 696 и 720  $\text{см}^{-1}$ .

3-Фенилциклогексен и 3-бензилциклогексен можно рассматривать как производные бензола, содержащие циклогексеновую группу. Замещенное таким образом ядро бензола имеет типичные максимумы при длинах волн 747—737 и 701—694  $\text{см}^{-1}$  [2].

В области 600—810  $\text{см}^{-1}$  3-бензилциклогексен-1 и 3-фенилциклогексен-1 имеют максимумы при 670, 696, 720, 743 и 675, 703, 725, 757  $\text{см}^{-1}$  соответственно, которые можно использовать для их идентификации.

Наиболее характерными для 1-алкилциклогексенов являются максимумы при 721, 800 и 920  $\text{см}^{-1}$ . Максимум 800  $\text{см}^{-1}$  обусловлен неплоскостным деформационным колебанием группы  $\text{CH}=\text{}$ . Поскольку частота 720  $\text{см}^{-1}$  не наблюдается в спектрах 1-метил-, 1-этил-, 1-пропил-, 1-бутилциклогексенов [1], то можно предположить, что этот максимум обусловлен присутствием в молекуле длинной алкильной цепи. В спектрах 1-алкилциклогексенов названный максимум очень мало выражен у 1-изоамилциклогексена и отсутствует у 1-аллилциклогексена.

Все исследованные олефиновые углеводороды имеют максимумы в области 540—550  $\text{см}^{-1}$ .

Области 1000—400  $\text{см}^{-1}$ , обладая рядом хорошо выраженных максимумов, позволяют лучше всего идентифицировать соединения цикло-



гексенового ряда. В этой же области с помощью вышеназванных максимумов можно различать изомеры 1- и 3-циклогексеновых соединений.

Спектры циклогексенов с одним заместителем в кольце, как показывают наши исследования, значительно отличаются от спектров циклогексенов с двумя и тремя заместителями.

Авторы благодарят заведующего сектором физики Института кибернетики АН ЭССР Э. Липпмаа за предоставление прибора UR-10 и сотрудника Института химии И. Пыдер за синтез 3-замещенных циклогексенов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Эйзен, С. Ранг, В. Каск, О. Эйзен, Изв. АН ЭССР. Химия. Геология, 16, № 2, 101—107 (1967).
2. Szymanski H. A., Interpreted Infrared Spectra, Vol. I, Plenum Press, New York, 1964.
3. Shabtai I., Pinchas S., Herling J., Greener C., Gil-Av E., J. Inst. Petr., 48, 13—17 (1962).

*Институт химии  
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию  
12/X 1966

*J. EISEN, S. RANG, V. KASK, O. EISEN*

#### TSÜKLOOLEFIINSETE SÜSIVESINIKE SPEKTRAALANALÜOSIST INFRAPUNASES PIIRKONNAS. II

Määrati ja osalt interpreteeriti 1-pentüül-, 1-heksüül-, 1-heptüül-, 1-oktüül-, 1-nonüül-, 1-fenüül-, 1-bensüül-, 1-allüül-, 1-tsükloheksüül-, 3-pentüül-, 3-heksüül-, 3-heptüül-, 3-oktüül-, 3-nonüül-, 3-fenüül-, 3-bensüül-, 3-allüül-, 3-tsükloheksüültsüklohekseen-1 infrapunased spektrid piirkonnas 3100—400  $\text{cm}^{-1}$ .

*J. EISEN, S. RANG, V. KASK, O. EISEN*

#### BEITRAG ZUR ULTRAROTSPEKTROSKOPIE ZYKLOLEFINISCHER KOHLENWASSERSTOFFE. II

Es wurden synthetisiert: 1-Pentyl-, 1-Hexyl-, 1-Heptyl-, 1-Octyl-, 1-Nonyl-, 1-Phenyl-, 1-Benzyl-, 1-Allyl-, 1-Zyklohexyl-, 3-Pentyl-, 3-Hexyl-, 3-Heptyl-, 3-Octyl-, 3-Nonyl-, 3-Phenyl-, 3-Benzyl-, 3-Allyl-, 3-Zyklohexyl-zyklohexen-1.

Die Spektren der genannten Kohlenwasserstoffe wurden ausgewertet und ihre chemische Konstitutionsaufklärung wurde teilweise durchgeführt.