

тесно связано с её геологическим возрастом и характером вмещающих пород. Так, по обобщенным данным, полученным при анализе различных нефтей, установлено, что среднее содержание кислорода (в %) возрастает от 0,23 в палеозойских отложениях до 0,40 в кайнозойских для терригенных (песчаных) пород коллекторов.

Содержание кислорода в нефтях, связанных с карбонатными породами, убывает с увеличением возраста нефти, но оно всегда выше, чем в терригенных породах (0,31 % в палеозойских отложениях).

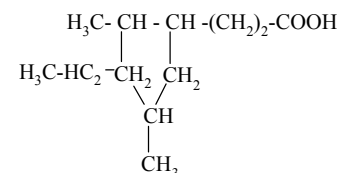
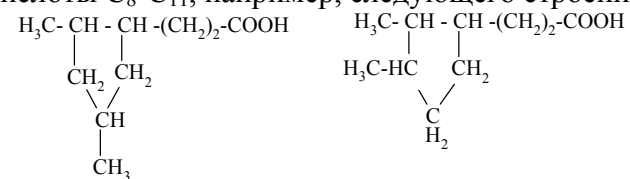
Наиболее распространенными кислородсодержащими соединениями нефти являются кислоты и фенолы, которые обладают кислыми свойствами и могут быть выделены из нефти или её фракций щелочью. Их суммарное количество обычно оценивают кислотным числом — количеством мг КОН, пошедшего на титрование 1 г нефтепродукта. Содержание веществ с кислыми свойствами также, как и всех кислородсодержащих соединений, убывает с возрастом и глубиной нефтяных залежей.

Нафтеновые и высшие кислоты найдены во всех нефтях, но в незначительных количествах (от сотых долей до 3 %). Распределение кислот по фракциям нефти неодинаково. В бензиновых и лигроиновых фракциях их, как правило, нет. В керосиновых дистиллятах они уже присутствуют, но в меньших количествах, чем в масляных фракциях, где их содержание доходит до 2-3 %.

Основная часть кислых соединений нефтей имеет характер карбоновых кислот, общей формулы  $C_nH_mCOOH$ . Впервые кислые соединения были обнаружены Эйхлером в бакинском керосине в 1861г. Работами Зелинского было установлено, что кислоты с числом углеродных атомов в молекуле от 8 до 11 содержат циклопентановое кольцо.

Исследования показали, что карбоксильная группа не связана непосредственно с пятичленным кольцом, а отделена от него одной или несколькими метиленовыми группами и, следовательно, входит в одну из боковых цепей. Браун и

Нафтали из румынской и западноукраинской нефтей выделили кислоты  $C_8-C_{11}$ , например, следующего строения:



Выделены кислоты как с пятичленным, так и шестичленным нафтенным кольцом. Поскольку эти кислоты оказались производными моноциклических нафтеннов с общей формулой  $C_nH_{2n-1}COOH$ , то они получили название нафтенновых кислот.

Из ряда нефтей были выделены би- и трициклические кислоты с числом углеродных атомов в молекуле  $C_{13}-C_{18}$ .

Высокомолекулярные кислоты из дистиллатного масла венесуэльской нефти были подробно изучены Кнотнерусом. Он пришёл к выводу, что карбоксильная группа в них соединена с углеводородными радикалами, аналогичными углеводородам, входящим в состав нефтяного масла. Следовательно, они могут иметь полициклическое, циклопарафиновое, ароматическое и гибридное строение. Исходя из этого, в последнее время все чаще кислоты, выделенные из нефти, стали называть не нафтенновыми, а нефтяными.

Наиболее изученный класс кислородсодержащих соединений нефти — нефтяные кислоты. В бензиновых фракциях встречаются только алифатические кислоты, так как простейшие алициклические и ароматические кислоты кипят выше 200 °С. Эти кислоты имеют преимущественно нормальное или слаборазветвленное строение (с одним метильным заместителем в боковой цепи). Алифатические кислоты обнаружены также и в высококипящих фракциях. В