

$$L = n + 2 - N, \quad (\text{II.1})$$

где  $L$  — число степеней свободы системы;  $n$  — число компонентов;  $N$  — число фаз.

В качестве степеней свободы системы могут выступать температура, давление, концентрации компонентов в соответствующих фазах, что характерно для процессов нефтегазоперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

Если в состоянии равновесия число степеней свободы равно нулю, то ни один из параметров, характеризующих состояние системы, не может быть выбран произвольно. При этом из уравнения (II.1) следует, что

$$N = n + 2 = N_{\max},$$

т.е. число сосуществующих в равновесной системе фаз не может быть больше, чем  $n + 2$ . При этом получим вполне определенные значения температуры, давления и составов фаз.

Для однокомпонентной системы, состоящей из паровой и жидкой фаз, находящихся в равновесии, число степеней свободы

$$L = 1 + 2 - 2 = 1,$$

т.е. из возможных независимых переменных (температура и давление), характеризующих состояние этой системы, произвольно может быть задан только один параметр. Для такой системы концентрация не является определяющим параметром, так как обе фазы системы состоят только из одного компонента ( $x = 1$  и  $y = 1$ ).

Так, например, если для жидкого бензола и его паров зафиксировать давление системы  $\pi = 101\,325$  Па (760 мм рт. ст.), то тем самым определится температура равновесной системы, равная  $80,5$  °С, т.е. температура кипения бензола при данном давлении.

Если однокомпонентная система в условиях равновесия находится одновременно в трех фазах: жидкой, твердой и паровой, то число степеней свободы такой системы равно нулю:

$$L = 1 + 2 - 3 = 0,$$

и параметры равновесия ее вполне определены. Так, например, вода, лед и водяной пар могут находиться в равновесии при температуре  $0,0076$  °С и давлении  $\pi = 610,6$  Па (4,58 мм рт. ст.)

Для двухкомпонентной системы взаимно растворимых жидкостей, состоящей из паровой и одной жидкой фаз, характеризующими систему параметрами являются температура, давление и концентрации компонентов. Следовательно, определяющими переменными этой системы являются уже четыре величины. В соответствии с правилом фаз в такой системе произвольно могут быть выбраны значения двух переменных величин, так как

$$L = 2 + 2 - 2 = 2.$$

Так, достаточно задаться температурой и давлением системы, чтобы обусловить значения концентраций компонентов в равновесных паровой и жидкой фазах.

Например, для смеси бензола и толуола при давлении  $\pi = 101\,325$  Па (760 мм рт. ст.) и температуре  $95$  °С в равновесии находятся жидкая фаза (содержание бензола  $x = 0,380$ ) и паровая фаза (содержание бензола  $y = 0,595$ ). Если задаться концентрацией бензола в паровой фазе  $y = 0,595$  и тем же давлением системы  $\pi$ , то тем самым была бы обусловлена температура системы, равная  $95$  °С, и содержание бензола в равновесной жидкой фазе  $x = 0,380$ .

Иначе обстоит дело с двухкомпонентной системой, состоящей из двух взаимно нерастворимых жидкостей, например толуола и воды. В этом случае в системе будут три фазы: две жидкие (вода и толуол) и одна паровая (смесь паров толуола и воды). Для такой системы число степеней свободы равно

$$L = 2 + 2 - 3 = 1.$$

Следовательно, из определяющих состояние системы параметров (температура, давление, состав паровой фазы) произвольно может быть выбран только один параметр и тогда однозначно определятся значения двух других параметров для условий равновесия. Так, например, давлению системы  $\pi = 101\,325$  Па соответствуют температура  $t = 84,2$  °С и содержание толуола в паровой фазе  $y = 0,448$ .

Для многокомпонентных систем взаимно растворимых жидкостей, характерных для нефтепереработки, число степеней свободы равно числу