возмущения с длиной волны λ_m, определяемой выражением

$$\lambda_m = \sqrt{3}\lambda_c,$$

имеют наибольшую скорость нарастания и в основном определяют динамику фронта. Следовательно, можно ожидать, что в экспериментах, проводимых в канале Хеле-Шоу с зазором шириной W на первоначально прямой границе раздела разовьются *вязкие пальцы* с характерным периодом λ_m. Используя выражение (4.2) для проницаемости и предполагая, что вязкость вытесняющей жидкости пренебрежимо мала ($\mu_1 \ll \mu_2$), как в случае глицерина, вытесняемого воздухом, получаем, что в горизонтальной ячейке можно ожидать возникновения вязких пальцев с периодом

$$\lambda_m = \pi b\sqrt{\frac{\sigma}{U\mu}} = \frac{\pi b}{\sqrt{\mathrm{Ca}}}. \tag{4.8}$$

Здесь мы ввели безразмерное *капиллярное число* Ca, определяемое выражением

$$\mathrm{Ca} = \frac{U\mu}{\sigma}. \tag{4.9}$$

Оно показывает, чему равно отношение вязких сил к капиллярным силам.

4.2. Вязкие пальцы в ячейках Хеле-Шоу

Саффмэн и Тейлор [189] и Чуоке и др. [37] не только разработали теорию образования вязких пальцев в канале Хеле-Шоу, но и исследовали это явление экспериментально. На рис. 4.3 показано, как выглядело вытеснение глицерина воздухом в экспериментах Саффмэна и Тейлора. Начальная граница раздела глицерина и воздуха имела мелкие нерегулярности. Заметим, что наблюдавшаяся длина волны составляет около 2,2 см. Это значение очень близко к длине волны, соответствующей максимальной неустойчивости $\lambda_m = \sqrt{3}\lambda_c = 2{,}1$ см.

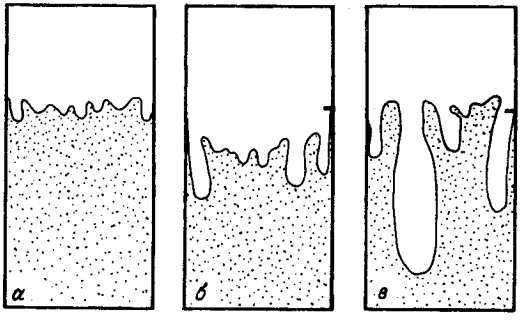

РИС. 4.3. Образование вязких пальцев в вертикальной ячейке при вытеснении воздухом глицерина (темный цвет) сверху вниз. $U = 0{,}1$ см/с и $\lambda_c = 1{,}2$ см. Ранняя стадия с наблюдаемым средним $\lambda \approx 2{,}2$ см. Более поздняя стадия: начало образования пальцев. Поздняя стадия: более длинные пальцы тормозят рост соседей [189].