

где  $\lambda_0$  — длина волны в воздухе;  $n$  — средний показатель преломления светочувствительной среды;  $\theta$  — угол, который освещающая и дифрагированная волны составляют с рассеивающими слоями. Закон Брэгга определяет угол падения, если длина волны и расстояние между слоями заданы. Если же угол падения и постоянная решетки выбираются независимо, то закон Брэгга определяет длину волны. Таким образом, трехмерные голограммы, свойства которых описываются законом Брэгга, являются селективными относительно освещающего их излучения.

На рис. 2.10, а приведена схема записи трехмерных голограмм Денисюка. При записи когерентное излучение  $W_S$  источника  $S$ , прошедшее через объем  $V$ , заполненный прозрачным светочувствительным материалом, падает на объект  $O$ . В результате интерференции отраженной от объекта волны  $W_0$  и опорной волны  $W_S$  в пространстве перед объектом возникает стоячая волна, которую в некотором приближении можно представить в виде системы поверхностей пучностей  $d_1, d_2, d_3$  и т. д., которым соответствует максимальная интенсивность поля. Воздействуя на светочувствительный материал, поле стоячей волны поразному засвечивает различные части заполненного им объема. В этом объеме после экспозиции и соответствующего проявления образуется трехмерная голограмма, подобная трехмерной дифракционной решетке. Зафиксированные голограммой поверхности пучностей стоячей волны  $d'_1, d'_2, d'_3$  и т. д.

(рис. 2.10, б) можно рассматривать как систему зеркал, поверхности которых имеют сложную форму.

Трехмерную голограмму можно восстанавливать источником света, имеющим сплошной спектр излучения, так как голограмма является селективной по отношению к освещающему ее излучению [см. (2.5)]. При восстановлении точно воспроизводятся практически все параметры зарегистрированного на ней волнового поля объекта — амплитуда, фаза и спектральный состав. В частности, из сплошного спектра источника  $S'$  выбирается и отражается излучение той длины волны, которая совпадает с длиной волны излу-

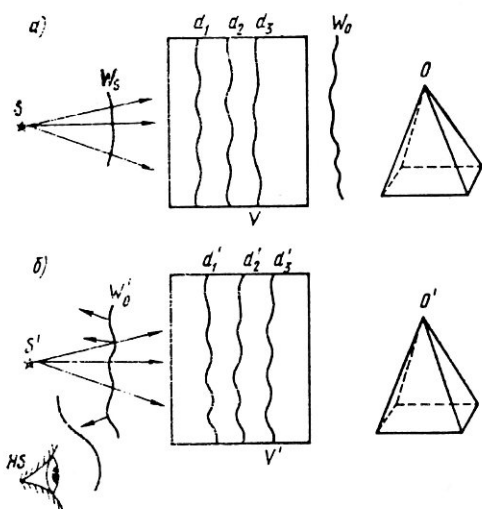


Рис. 2.10. Схемы получения (а) и восстановления (б) трехмерной голограммы:

$S'$  — источник излучения со сплошным спектром;  $V'$  — трехмерная голограмма;  $W'_0$  — волна излучения, восстановленного трехмерной голограммой;  $O'$  — восстановленное голограммой объемное изображение объекта

чения, с помощью которого была получена голограмма во время записи. Наблюдатель  $HS$ , воспринимающий восстановленную волну, не может отличить ее от первоначальной объектной и, следовательно, видит объемное изображение  $O'$  объекта в цвете, соответствующем длине волны излучения, освещавшего объект при записи (рис. 2.10, б).

Голографическое изображение обладает эффектами параллакса, благодаря чему удается увидеть объект в различных положениях (рис. 2.11).

Поскольку при освещении такой голограммы опорной волной восстановленная объектная волна распространяется ей навстречу, такие голограммы относят к голограммам отражательного типа.

**Амплитудные и фазовые голограммы.** Голограммная структура может быть зарегистрирована светочувствительным материалом путем: 1) изменения коэффициента пропускания или отражения света; 2) изменения коэффициента преломления или толщины (рельефа). Голограммы первого типа называют *амплитудными*, они осуществляют преимущественно амплитудную модуляцию восстанавливающей волны. Голограммы второго типа производят преимущественно фазовую модуляцию восстанавливающей волны и поэтому их называют *фазовыми*. Часто одновременно осуществляется фазовая и амплитудная модуляция. Например, обычная фотопластинка регистрирует голограммную структуру в виде изменения показателя преломления и рельефа. Такие голограммы называют *амплитудно-фазовыми*.

**Голограммы Фраунгофера, Френеля и Фурье [6].** Структура голограммы зависит также от способа формирования объектной и опорной волн. Объект освещается когерентной световой волной; рассеянная им световая волна, несущая информацию о предмете, падает на фотопластинку, освещаемую опорной волной. В зависимости от взаимного

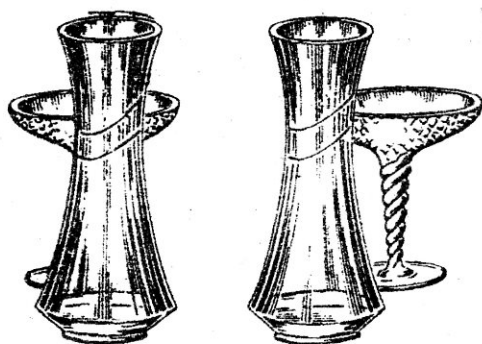


Рис. 2.11. Восстановленное изображение трехмерного объекта под разными углами зрения

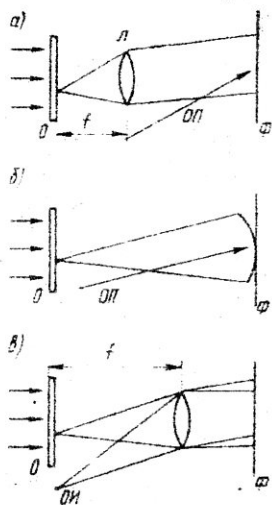


Рис. 2.12. Схемы получения голограмм различных типов