

ния реагентов: при избытке  $\text{AgNO}_3$  формируются кубические, а при избытке  $\text{KNaI}$  — октаэдрич. кристаллы. Добавление в желатину веществ, избирательно препятствующих росту тех или иных граней микрокристаллов (т. н. модификаторов роста), позволяет получить весьма сложные огранки.

В 1980—90-х гг. получили распространение эмульсии с кристаллами спец. формы и структуры. Это структуры «ядро — оболочка», где внутр. объём и поверхностный слой микрокристалла различны по составу («оболочка») наращивают обычным путём на предварительно сформированные монодисперсные «ядра», к-рые в принципе могут быть и несеребряными), и т. н. Т-кристаллы — пластинчатые микрокристаллы, толщина к-рых в 50—100 раз меньше поперечника. Такие кристаллы также могут быть неоднородными по составу, но наращивание «оболочек» (иногда до 3—4) идёт по периметру, а не по плоскостям (т. н. латеральные Т-кристаллы). Особенности микрокристаллов «ядро — оболочка» состоят в возможности формировать в них по желанию глубинное (на границе «ядро — оболочка») или поверхностное скрытое изображение. Это практически использовано в прямопозитивных и нек-рых спец. эмульсионных СЧС. Т-кристаллич. эмульсии обладают принципиально иными оптич. свойствами, нежели обычные: они не рассеивают свет на микрокристаллах, а почти зеркально отражают его или пропускают практически нерассеянным, что позволяет сочетать высокую чувствительность слоя эмульсии с высокой разрешающей способностью. Такие СЧС обладают чувствительностью ~3000 единиц ASA, что всего в 5—7 раз ниже теоретич. предела (поглощение 1 квант/микрокристалл).

**Химическое созревание.** На этом этапе эмульсию выдерживают при повыш. темп-ре для протекания реакций  $\text{AgNaI}$  с микрокомпонентами желатины и добавками к ней — соединениями двухвалентной серы, восстановителями и т. д. — на поверхности микрокристаллов; часто в реакциях участвуют специально вводимые соли золота. Результатом реакций является образование на поверхности кристаллов примесных центров, отличных от  $\text{AgNaI}$ . Эти центры представляют собой островки высокой локальной концентрации межэлементных ионов  $\text{Ag}^+$ , притягивающие фотоэлектроны; они же обеспечивают положит. заряд на растущей частице скрытого изображения, что важно при поступлении электронов извне на стадии проявления. Т. о., наличие примесных центров определяет способность микрокристаллов к дальнейшему участию в фотографич. процессе, а природа и размеры примесных центров — эффективность этого процесса и, в конечном счёте, светочувствительность эмульсии; поэтому их принято называть центрами чувствительности. Т. к. они расположены на поверхности микрокристаллов, скрытое изображение на них при последующем погружении СЧС в проявитель сразу вступает во взаимодействие с проявляющими веществами, принимая электроны от их молекул.

Если проводить хим. созревание излишне долго или при излишне высокой темп-ре, примесные центры становятся избыточно большими и способны принимать электроны от проявляющих веществ без участия скрытого изображения. Такая эмульсия будет восстанавливаться в проявителе без экспонирования, и в изготовленном из неё СЧС всегда будет возникать равномерное почернение — вуаль; в этом случае примесные центры наз. центрами вуали. При умеренном созревании центры вуали образуются в слабой мере. Оптимально такое созревание, в к-ром достигается макс. чувствительность при мин. вуали. Это условие выполняется легче при монодисперсности микрокристаллов.

**Подготовка эмульсии к поливу.** На этом этапе задаются осн. физ.-механич. характеристики СЧС, для чего в эмульсию вводят добавки: спектральные сенсibilизаторы-красители, расширяющие спектральную область чувствительности СЧС в длинноволновую сторону; компоненты цветного проявления, участвующие в образовании красителей изображения в цветофотографич. материалах; стабилизаторы светочувствительности и вуали для хранения готовых СЧС перед экспонированием; дубители, повы-

шающие механич. прочность, упругость и темп-ру плавления желатины, а тем самым всего СЧС; пластификаторы, снижающие хрупкость СЧС после дубления; смачиватели, улучшающие контакт эмульсии с подложкой при поливе и равномерность полива слоёв, и др.

**Полив.** На этом этапе эмульсию наносят тонким слоем (обычно 5—15 мкм) на подложку, слой высушивают и нарезают для получения нужного формата. Здесь не только определяются геом. характеристики СЧС, но и регулируются нек-рые другие, напр. максимально достижимая в изображении оптич. плотность.

**Основные виды процессов фотографии на  $\text{AgNaI}$ -СЧС.** Сначала самым распространённым видом чёрно-белой Ф. на  $\text{AgNaI}$ -СЧС был отдельный негативно-позитивный процесс. В нём экспонированный СЧС подвергают проявлению, в ходе к-рого до металлич.  $\text{Ag}$  избирательно восстанавливаются только те микрокристаллы, на к-рые действовало излучение, сформировав в них скрытое изображение. Вслед за проявлением на стадии фиксации неиспользованные микрокристаллы растворяют и удаляют из СЧС, оставляя проявленное  $\text{Ag}$ -изображение в желатине. Наиб. кол-во восстановленных до  $\text{Ag}$  микрокристаллов и соответственно наиб. почернение образуются на участках СЧС, соответствующих наиб. светлым участкам объекта, т. е. изображение негативно. Затем такой же процесс повторяют на др. СЧС, используя негатив в качестве объекта; после проявления полученное изображение передаёт распределение света и темноты противоположно негативу, но правильно относительно объекта первоначальной съёмки, т. е. изображение позитивно. При этом количественно передача соотношения яркостей объекта в его изображении (т. н. тоновоспроизведение) не обязательно точна.

В 1990-х гг. широкое распространение получил вариант прямой позитивной чёрно-белой Ф. на  $\text{AgNaI}$ -СЧС без промежуточного негатива — Ф. на обрабатываемых СЧС. После экспонирования СЧС проявляют, но не фиксируют, а подвергают равномерному экспонированию, при к-ром создаётся скрытое изображение во всех ещё присутствующих непроявленных микрокристаллах. Если в таком СЧС удалить  $\text{Ag}$ , созданное первоначальным проявлением, повторно проявить и отфиксировать, то на каждом участке число проявленных микрокристаллов будет тем больше, чем меньше их восстановилось при первом проявлении, чем меньшее кол-во освещения подействовало на соответствующий участок СЧС при экспонировании его объекта, т. е. чем меньше была яркость детали изображения объекта. В принципе такой вариант возможен на любом СЧС, но для хорошего тоновоспроизведения используют спец. обрабатываемые СЧС. Наиб. распространён этот вариант при изготовлении снимков в виде диапозитивов и узкоформатных любительских фильмов.

Другой вариант прямопозитивного процесса использует СЧС с кристаллами типа «ядро — оболочка», причём центры чувствительности формируют на «ядрах» до наращивания «оболочек», а поверхность последних преднамеренно вуалируют обработкой в хим. восстановителе, т. е. серебрят. При экспонировании фотоэлектроны к поверхности кристалла не выходят, т. к. захватываются центрами чувствительности, а дырки (атомы  $\text{NaI}$ ) выходят к поверхности и окисляют  $\text{Ag}$  до  $\text{AgNaI}$ . При проявлении в нерастворяющем проявителе восстанавливаются лишь кристаллы, сохранившие  $\text{Ag}$  на поверхности (неэкспонированные, где генерации дырок не было), и не восстанавливаются экспонированные микрокристаллы; в результате возникает позитивное изображение.

Ещё один позитивный вариант чёрно-белой Ф. на  $\text{AgNaI}$ -СЧС использует процесс с диффузионным переносом на спец. фотокомплектах. Комплект включает крупноформатную (напр., с кадром  $9 \times 12 \text{ см}^2$ ) катушечную съёмную камеру, негативную  $\text{AgNaI}$ -фотоплёнку, вязкий проявляюще-фиксирующий раствор, равномерно нанесённый на поверхность отснятого кадра при его перематке в камере сразу после экспонирования, и приёмный позитивный слой, прикатываемый к проявляющемуся негативному при