

Введение При использовании радиографических материалов для контроля ответственных изделий и узлов ставится задача получения достоверной информации о качестве изделия в минимально возможный срок. Качество и достоверность радиографического снимка, а также оперативность его получения в значительной степени зависят от физико-механических свойств плёночного материала. Физико-механические свойства желатиновых эмульсионных слоёв определяются прочностью и температурной устойчивостью межмолекулярных и внутримолекулярных связей. Ускорение процессов получения радиогаммы требует использования автоматической обработки в условиях повышенных температур и концентраций. В процессе химико-фотографической обработки, особенно при повышенных температурах и в высококонцентрированных обрабатывающих растворах прочность и устойчивость связей нарушается, увеличивается влагоёмкость, и, как следствие, снижается прочность эмульсионных желатиновых слоёв [1, 2]. Ужесточение режимов обработки и их автоматизация требует повышения концентраций действующих веществ и температуры, что, в свою очередь, выдвигает жёсткие требования к построению эмульсионных и защитных слоёв в направлении повышения механической прочности в сухом и набухшем состоянии, снижению влагоёмкости и набухаемости, повышению эластичности. Одним из перспективных путей совершенствования физико-механических свойств желатиновых эмульсионных и защитных слоёв является введение в их состав полимерных или неорганических дисперсий [2, 3]. Химические соединения, используемые для совершенствования физико-механических свойств эмульсионных слоёв должны удовлетворять следующим требованиям: · совмещаться с желатином в растворе и не взаимодействовать с ним; · не оказывать существенного влияния на вязкость; · не влиять на скорость студения; · не растворяться в водных средах в интервале рН от 4,5 до 11,0; · не вызывать расслоения и осаждения твёрдой фазы; · не приводить к липкости поверхности слоёв; · не влиять на прозрачность получаемых плёночных материалов; · не мигрировать в процессе хранения в смежные слои; · не затруднять диффузию обрабатывающих растворов; · не вступать в химическое взаимодействие с другими компонентами, присутствующими в слое (пластификаторы, смачиватели, дубители, активаторы и т.д.); · не обладать эффектом последующего действия, то есть они должны проявлять свои свойства сразу. Целью настоящей работы являлось исследование влияния полимерных и неорганических дисперсий на физико-механические свойства желатиновых слоёв и изыскание веществ, пригодных для совершенствования радиографических плёнок. Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: · исследовать зависимость механической прочности при введении полимерных и неорганических дисперсий в желатиновые эмульсионные и защитные слои; · исследовать влияние вводимых соединений на

влагоёмкость и водопоглощение; · исследовать влияние вводимых дисперсий на оптическую прозрачность получаемых слоёв. Экспериментальная часть Для проведения исследований были выбраны полимерные и неорганические дисперсии. Полимерные дисперсии: · сополимер бутилакрилата стирола и метакриловой кислоты (КФ -5102, ТУ 6-17-872-93), представляющий латекс белого цвета, с содержанием сухого остатка 9,7 %, рН 5,5-7,5 и вязкостью 0,8 мм<sup>2</sup>/с при температуре 20 оС, со средним размером частиц 140-160 нм; · дисперсия полиметилметакрилата, полученная на основе полиметилметакрилатной пасты (дисперсия ПММА КФ-4054, ТУ 6-17-977-78) путём её обработки на ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2 в присутствии анионоактивного поверхностно активного вещества – натриевой соли диизобутилнафталин-сульфо кислоты (СВ-101), средний размер частиц 4-8 мкм. Неорганические дисперсии: · Ludox АМ-30 (CAS № 7631-86-9) - дисперсия, представляющая модифицированный алюминатом натрия гидрозоль оксида кремния. Это лиофильная коллоидная система (30 % суспензия в воде) с наноразмерными частицами со средним размером 4-6 нм, рН=8 ÷ 9, плотностью 1,21 г/см<sup>3</sup>; · дисперсия двуокиси кремния, полученная на основе аэросила А-300 (ГОСТ 14922-77) путём его обработки на ультразвуковом диспергаторе в присутствии поверхностно-активного вещества (дикалиевой соль продукта поликонденсации 1 моля октаглицерида 2-этилгексинилантарной кислоты с 2 молями 2-этилгексинилантарного ангидрида – СВ-133), со средним размером частиц 5-20 нм. Указанные соединения вводили в виде водных растворов в желатиновый защитный слой, предназначенный для изготовления радиографических плёнок технического назначения и содержащий пластификатор (глицерин), стабилизатор (5-метил-7-окси-1,3,4-триазаиндолин), смачиватель (натриевая соль ди-α-этилгексильный эфир сульфоянтарной кислоты). Исследуемые соединения вводили после всех технологических добавок в количестве 10, 15, 20, 25 и 30 % от массы желатина. После введения дисперсий композицию для приготовления защитного слоя перемешивали, выдерживали в термостате в течение 30 мин. при температуре 40 оС, наносили на подслоированную полиэтилентерефталатную подложку толщиной 175 мкм и сушили в воздушном термостате при температуре 40 оС. Готовые образцы помещали в эксикатор с насыщенным раствором азотнокислого аммония для поддержания относительной влажности φ = 63 % при температуре 21±2оС. Механическую прочность определяли в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 25895-2007. Влагоёмкость определяли в соответствии с ГОСТ 26203-84, а водопоглощение определяли по ГОСТ 4650-80 (метод «А»). Прозрачность желатиновых слоёв оценивали по значению коэффициента пропускания путём измерения оптических плотностей на денситометре «Helling» по ГОСТ 8.588-2006 и последующего пересчёта на коэффициент пропускания по формуле:  $\tau = 10^{-D}$ , где D – диффузная оптическая плотность;  $\tau$  – коэффициент

пропускания. При введении дисперсий наблюдалось изменение механической прочности эмульсионных слоёв. На рисунке 1 представлено изменение механической прочности желатиновых слоёв в зависимости от количества вводимых соединений. Рис. 1 – Зависимость механической прочности желатиновых слоёв от количества введенных полимерных и неорганических дисперсий. Из рис. 1 видно, что введение всех исследуемых дисперсий приводит к повышению механической прочности желатиновых слоёв, причём в исследуемом интервале концентраций с повышением количества вводимых соединений механическая прочность увеличивалась. Наибольший эффект наблюдался при введении неорганических дисперсий Ludox AM-30 с размером наночастиц 4-6 нм и аэросила с размером частиц 5-20 нм. Полимерные дисперсии в меньшей степени способствовали повышению механической прочности. В связи с тем, что радиографические материалы обрабатываются в водных растворах и затем подвергаются сушке, большое значение имеет влагоёмкость слоя. Именно значение влагоёмкости определяет скорость сушки и является одним из главных критериев, определяющих возможность скоростной обработки радиографической плёнки в автоматических устройствах. На рисунке 2 показано влияние полимерных и неорганических дисперсий на влагоёмкость желатиновых эмульсионных слоёв радиографического материала в водно-щелочной среде, имитирующей процесс обработки. Как видно из рисунка 2 введение в состав желатинового слоя полимерных и неорганических дисперсий приводит к снижению влагоёмкости материала. Увеличение содержания этих соединений в слое в интервале исследуемых количеств также приводит к снижению влагоёмкости. В наибольшей степени снижают влагоёмкость неорганические дисперсии, в особенности Ludox AM-30. Полимерные дисперсии в меньшей степени оказывают влияние на влагоёмкость желатинового слоя. Рис. 2 – Изменение влагоёмкости желатинового эмульсионного слоя при ведении полимерных и неорганических дисперсий. Влагоёмкость характеризует количество воды, которое может поглощаться желатиновым слоем в процессе обработки, в течение определённого заданного времени обработки. Предельное содержание воды, которое может принять слой, определяется его водопоглощением. На рисунке 3 показано водопоглощение желатиновых слоёв при введении полимерных и неорганических дисперсий в количестве 25 % от веса желатина. Водопоглощение желатинового слоя без введения дисперсий составляло 87 г/м<sup>2</sup>. Как видно из рисунка 3 введение полимерных и неорганических дисперсий снижает водопоглощение. В наибольшей степени водопоглощение желатиновых слоёв снижается при введении неорганических дисперсий на основе двуоксида кремния. Чем меньше размер частиц, тем более эффективно снижается водопоглощение. Рис. 3 – Водопоглощение желатиновых слоев, содержащих в своем составе полимерные дисперсии (КФ-5102 и ПММА) и неорганические дисперсии (диоксид кремния) в количестве 25 % от массы

желатина Одним из наиболее важных критериев возможного использования веществ, вводимых в состав слоёв радиографического материала, является прозрачность слоя, которая определяет плотность фона готовой радиограммы. Снижение прозрачности слоя может привести к уменьшению выявляемости дефектов при радиографическом контроле [4, 5]. На рисунке 4 приведены значения коэффициента пропускания эмульсионного слоя, (который характеризует рассеяние света), содержащего полимерные и неорганические дисперсии. Рис. 4 – Изменение коэффициента пропускания света желатиновым слоем при введении полимерных и неорганических дисперсий Из рисунка 4 видно, что все дисперсии, вводимые в желатиновые слои, оказывают влияние на прозрачность слоя. Эксперименты показали, что независимо от природы дисперсии, чем ниже средний размер вводимых частиц, тем меньшее влияние они оказывают на прозрачность слоя. Ludox AM-30 в интервале исследуемых концентраций практически не влияет на прозрачность желатинового слоя. Введение аэросила приводит к некоторому снижению коэффициента пропускания. Дисперсия полиметилметакрилата и, особенно, сополимер бутилакрилата стирола и метакриловой кислоты в большей степени снижают прозрачность желатинового слоя. Заключение Введение полимерных дисперсий и дисперсий на основе диоксида кремния в желатиновые слои позволяет значительно повысить механическую прочность, снизить влагоёмкость слоёв при обработке и уменьшить водопоглощение. Эффективность действия вводимых дисперсий в значительной степени определяется размером частиц. Наиболее эффективно влияет на физико-механические показатели Ludox AM-30 с размером частиц в интервале 4-6 нм. Введение полимерных дисперсий в состав желатиновых слоёв в концентрациях выше 10-15 % оказывает влияние на коэффициент пропускания и это ограничивает возможность их практического применения.