

Введение Одной из основных современных тенденций в технологии косметических средств является введение биологически активных компонентов в их состав [1,2,3]. В связи с негативным действием на волосы и кожу активных форм кислорода актуально создание косметических композиций с ингредиентами, обладающими антиоксидантными (АО) свойствами [4,5]. Окислительный стресс приводит к преждевременному старению, поэтому антиоксиданты активно используются в косметических средствах сектора anti-age. В косметических композициях применяются антиоксиданты как природного, так и синтетического происхождения. Самыми распространенными натуральными антиоксидантами являются аскорбиновая кислота (витамин С), альфа-токоферол (витамин Е), флавоноиды [6,7]. Представителями синтетических антиоксидантов являются ионол, оксипиридины [8]. Ранее нами была исследована антиоксидантная активность гелевых форм и пеномоющих композиций с дитиооктановой кислотой и показано, что состав композиции существенно влияет на антиоксидантные свойства косметического изделия [9]. Активно ведется поиск новых эффективных ингредиентов, обладающих антиоксидантной активностью. Перспективными биологически активными добавками к косметическим композициям являются аминокислоты [10]. В работах [11,12] было показано, что комплекс аминокислоты с микроэлементом, а именно аминокислотный комплекс лития, проявляет выраженные антиоксидантные, стресспротективные свойства и обладает противовоспалительной активностью [13]. Эти две составляющие комплекса вносят свой вклад в проявление активных свойств - регенерирующих, противовоспалительных, тонизирующих, питательных. Представлялось целесообразным проанализировать возможность получения косметических средств - гелей и шампуней с аминокислотным комплексом, тем более, что сведения о таких добавках в литературе отсутствуют. Целью данной работы являлась разработка рецептур шампуня и полимерного косметического гидрогеля с аминокислотным комплексом лития и исследование их свойств. Экспериментальная часть Комплекс представляет собой мелкие бесцветные кристаллы, хорошо растворимые в воде, растворимые в ДМСО и не растворимые в ацетоне. Соединение малотоксично, проявляет различную биологическую активность. В состав разрабатываемых косметических композиций аминокислотный комплекс лития добавляли в концентрации от 1 до 2,5% мас. Нормативные показатели (водородный показатель, пенообразующая способность) разработанных косметических композиций определялись в соответствии с ГОСТ [14,15]. Реологические исследования разработанных косметических гидрогелей проводили на ротационном вискозиметре Rheotest с измерительным устройством типа «цилиндр-цилиндр» в диапазоне скоростей сдвига 0,5-500 с-1 при 250С. Пенообразующая и пеностабилизирующая способности пеномоющих композиций определяли методом Росс-Майлса. 1.

Обсуждение результатов При разработке рецептур косметических композиций с аминокислотным комплексом лития большое внимание уделялось основным характеристикам продукта - прозрачности, устойчивости, консистенции, внешнему виду и запаху. Среди большого многообразия косметических средств шампунь является наиболее употребляемым продуктом. Поэтому данный продукт оказался в сфере нашего внимания. В состав разработанного шампуня входил сбалансированный комплекс мягких ПАВ, загуститель, регулятор вязкости, витаминная добавка, консервант и парфюмерная композиция. Оценку пенообразующей способности шампуня с аминокислотным комплексом сравнивали для базовой композиции с таковой без добавки. Таблица 1 - Характеристики шампуней (1 - без аминокислотного комплекса; 2 - с 1% мас.; 3 - с 2,5% мас. активного вещества) Нормируемые показатели Шампунь Норма по ГОСТ 1 2 3 Водородный показатель pH  $6,45 \pm 0,02$   $6,35 \pm 0,01$   $6,30 \pm 0,01$  5,0-8,5 Пенное число, мм  $116,0 \pm 1,0$   $145,0 \pm 1,0$   $149 \pm 1,5$  Не 100 Устойчивость пены, мм  $0,96 \pm 0,02$   $0,93 \pm 0,01$   $0,95 \pm 0,02$  Не 0,8

Рис. 1 - Высота столба пены шампуня без аминокислотного комплекса (АК), с 1% мас. АК, с 2,5% мас. АК Как видно из рис.1, аминокислотный комплекс лития влияет на пенообразующую способность шампуня. Введение 1% масс. добавки в базовую композицию приводит к увеличению высоты столба пены в сравнении с шампунем без активного компонента. Дальнейшее повышение концентрации антиоксиданта до 2,5% масс. незначительно увеличивает пенообразующую способность. При этом устойчивость пены с биологически активной добавки соизмерима с величиной для базовой композиции шампуня и близка к 1. Аминокислотный комплекс не оказывает значительного влияния на pH композиции (табл.1). Все эти данные указывают на то, что аминокислотный комплекс лития для косметических средств не оказывают отрицательного воздействия на нормативные показатели шампуня и может быть использован в качестве ингредиента косметических композиций. Перспективными продуктами являются прозрачные косметические гели. Они могут быть основой для введения полезных добавок. В состав гелей входил полимерный гелеобразователь торговой марки «Carbomer 341 ER», глицерин, загуститель, консервант, парфюмерная композиция. Начальным этапом при разработке рецептур был подбор концентрации гелеобразователя, поскольку консистенция и вязкость данного продукта напрямую связаны с такими характеристиками, как равномерность нанесения геля, стабильность, высвобождение активного компонента. На основании определения реологических характеристик гелей в режиме контролируемой скорости сдвига была оптимизирована концентрация гелеобразователя. Были изготовлены несколько основ с различным его содержанием: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5% масс. Из рис.2 видно, что значения вязкости исследуемых основ варьируются в пределах 120-180 Па•с, что соответствует показателям реологического оптимума консистенции для гидрофильных гелевых систем [16]. Рис. 2 - Зависимость

вязкости от напряжения сдвига для основ гелей с различной концентрацией гелеобразователя: 1 – 0,2% мас.; 2 – 0,3% мас.; 3 – 0,4% мас.; 4 – 0,5% мас. карбомера) Нами была выбрана оптимальная основа для получения геля антиоксидантного действия с аминокислотным комплексом с содержанием гелеобразователя 0,4% мас., поскольку он обладал наиболее широкой петлей гистерезиса. Увеличение ширины петли гистерезиса указывает на усиление тиксотропных свойств системы, что характеризует хорошую способность к намазыванию и распределению по поверхности, способность к наполнению туб при фасовке, выдавливаемость из туб. Был проведен сравнительный анализ структурно-механических свойств основы геля, выбранной ранее, и таковой с концентрацией аминокислотного комплекса лития 1 % масс. Рис. 3 - Зависимость вязкости от напряжения сдвига для геля с 1% мас. аминокислотного комплекса лития (1) и геля без активного компонента (2) Как видно из рис. 3, данные гели относятся к неньтоновским жидкостям, для которых снижение вязкости наблюдается во всей исследуемой области скоростей сдвига. Физико-химические свойства всех компонентов, входящих в состав гелей, вносят суммарный вклад в эффект структурообразования и его временные параметры, в частности время релаксации. Данные параметры были рассчитаны для геля без активной добавки и геля с 1% масс. аминокислотного комплекса с использованием уравнения Гросса [17]:  $\eta = \eta_{\infty} + (\eta_0 - \eta_{\infty}) / (1 + (\lambda \cdot D)^m)$ , где  $\eta_0$  – наибольшая ньютоновская вязкость (при  $D \rightarrow 0$ );  $\eta_{\infty}$  – наименьшая ньютоновская вязкость (при  $D \rightarrow \infty$ );  $\lambda$  – время релаксации системы;  $m$  – эмпирическая константа.  $m = -(d \log \eta) / (d \log D)$ . Результаты расчета представлены в табл. 2. Таблица 2 -

Реологические параметры полимерных гелей  
 Образец Скорость сдвига  $\dot{\gamma}=5,4$  с-1  
 Время релаксации  $\lambda$ , с Пластическая вязкость  $\eta$ , Па•с Предел текучести  $\tau$ , Па  
 Основа геля 23 130 0,71 Гель с 1% масс. аминокислотного комплекса лития 19 105 0,51  
 Как видно из табл. 2, введение аминокислотного комплекса лития в количестве 1% масс. в косметические гели приводит к незначительному снижению пластической вязкости и предела текучести композиции по сравнению с базовой композицией. Также происходит уменьшение времени релаксации систем, что является положительным моментом для практического использования гелей, поскольку облегчает нанесение на кожу. При этом значение вязкости для геля с аминокислотным комплексом удовлетворяет реологическому оптимуму консистенции для гидрофильных гелевых композиций. Проведенные исследования показывают возможность получения косметических композиций с новой активной антиоксидантной добавкой.

\*Авторы выражают благодарность заведующему лабораторией координационных соединений Химического института им. А.М. Бутлерова В.Г. Штырлину за предоставленный аминокислотный комплекс лития. Выводы 1. Разработаны рецептуры шампуней и полимерных косметических гелей с биологически активным компонентом – аминокислотным комплексом лития,

обладающим антиоксидантной активностью. 2. В результате исследования влияния аминокислотного комплекса на высоту столба пены выявлено увеличение пенообразующей способности шампуня при введении в базовую композицию данной активной добавки. 3. На основании изучения реологических характеристик полимерных косметических гидрогелей установлено, что они имеют псевдопластический характер, обладают тиксотропными свойствами. Показано, что введение аминокислотного комплекса лития приводит к незначительному уменьшению пластической вязкости, предела текучести гелей, а также времени релаксации системы, что является положительным моментом для их практического использования. 4. Разработанные косметические композиции по исследованным параметрам соответствуют нормативным показателям для косметических средств.