

ХИМИЯ ЦВЕТА

Как работают
красители на
волосах.

Научное объяснение
окрашивания, осветления и
удаления косметического цвета
для парикмахеров.



Александр
Кувватов



СИСТЕМА
АКСИОМ

Александр Кувватов

**Химия цвета. Как работают
красители на волосах.
Научное объяснение
окрашивания, осветления
и удаления косметического
цвета для парикмахеров**

«Автор»

2026

Кувватов А. С.

Химия цвета. Как работают красители на волосах. Научное объяснение окрашивания, осветления и удаления косметического цвета для парикмахеров / А. С. Кувватов — «Автор», 2026

Эта книга посвящена химии окрашивания волос и написана для парикмахеров, колористов, преподавателей и технологов, которые хотят понимать цвет не только как визуальный результат, но и как химический процесс. В книге рассматривается, как устроен волос как материал окрашивания, как формируется натуральный цвет, что происходит с меланином при осветлении, как работают окислительные красители, прекурсоры, муфты, прямые пигменты, окислители, рН, восстановительные смывки, хелаторы и уход после окрашивания. Главная задача книги — объяснить, почему цвет на волосах формируется, изменяется, вымывается, деградирует и корректируется именно так, а не иначе. Материал построен на современной научной литературе, данных косметической химии, профессиональной практике окрашивания и авторской системе анализа цвета.

© Кувватов А. С., 2026

© Автор, 2026

Содержание

Введение	7
ГЛАВА 1. Волос не губка. Почему бытовые метафоры мешают понимать окрашивание.	10
1.1 Почему окрашивание начинается с волоса	11
1.2. Почему волос не является губкой	12
1.3. Основные структурные зоны волоса	13
1.4. кутикул как барьер с переменной проницаемостью	15
1.5. Межклеточный мембранный комплекс	18
1.6. Кортекс как главная зона стойкого изменения цвета	20
1.7. Диффузия и химическая реакция	21
1.8. Повреждённый волос и ложное ощущение лучшего окрашивания	23
1.9. Почему одинаковый краситель работает по-разному	24
1.10 Распространённые упрощения	25
1.11. Выводы	26
Научные источники	27
ГЛАВА 2. Кератин, СМС и липиды. Почему химический состав волосы управляет окрашиванием.	28
2.1. Волос как химически активный материал	29
2.2. Основные компоненты волоса	30
2.3. Кератиновая основа волоса	31
2.4. Связи, удерживающие структуру волоса	32
2.5. Вода в волосе	33
2.6. Липиды волоса	34
2.7. Межклеточный мембранный комплекс	35
2.8. Повреждение волоса и поведение красителя	36
2.9. Окислительное повреждение при обесцвечивании	37
2.10. Почему один и тот же краситель работает по-разному	38
2.11. Распространённые упрощения	39
2.12. Выводы	40
Научные источники	41
ГЛАВА 3. Натуральный цвет волос. Меланин, меланосомы и оптика.	42
3.1. Цвет волоса как результат биохимии и оптики	43
3.2. Где образуется натуральный пигмент	44
3.3. Два основных типа меланина	45
3.4. зумеланин	47
3.5. Феомеланин	49
3.6. Меланосомы: форма, размер и распределение	51
3.7. Почему натуральный цвет не является чистым цветом	52
3.8. Уровень глубины тона и биохимическая реальность	53
3.9. Почему натуральный фон не равен одному пигменту	54
3.10. Насыщенность, светлого и мутность натурального цвета	55
3.11. Седина как особый случай натурального цвета	56
3.12. Распространённые упрощения	57
3.13. Выводы	58
Научные источники	59
ГЛАВА 4. Что реально происходит при осветлении	60

4.1. Осветление как химическое изменение волоса	61
4.2. Почему натуральный пигмент нельзя просто «вымыть»	63
4.3. Роль щелочной среды	64
4.4. Перекись водорода и активные формы кислорода	65
4.5. Зачем в порошковых осветляющих системах нужны персульфаты	66
4.6. Как меняется меланин при осветлении	67
4.7. Фон осветления как визуальный результат, а не один пигмент	68
4.8. Почему осветление становится всё менее эффективным	70
4.9. Что происходит со структурой волоса при осветлении	71
4.10. Цистеиновая кислота как маркер окислительного повреждения	72
4.11. Почему волос после осветления становится другой основой для тонирования	73
4.12. Почему осветление не равно созданию чистой базы	74
4.13. Распространённые упрощения	75
4.14. Выводы главы	76
Научные источники	77
ГЛАВА 5. Окислительный краситель. Как создаётся искусственный пигмент.	78
5.1. Почему окислительный краситель не является готовой краской	79
5.2. Две части окислительной системы	80
5.3. Красительная основа: что находится в тубике	85
5.4. Прекурсоры: первичные соединения будущего цвета	87
5.5. Что происходит с прекурсором при окислении	88
5.6. Основные группы прекурсоров	89
5.7. Муфты: соединения, направляющие оттенок	90
5.8. Основные группы муфт	91
5.9. Окисление и образование хромофора	92
5.10. Почему стойкий цвет формируется внутри волоса	97
5.11. Окислительный краситель одновременно создаёт цвет и меняет фон	98
5.12. Почему в реальном красителе образуется не одна окрашенная молекула	99
5.13. Почему слово «полимеризация» нужно использовать осторожно	100
5.14. Осторожная таблица реакционных направлений	101
5.15. Почему таблицы прекурсоров и муфт могут быть опасны	102
5.16. Роль концентрации и соотношения компонентов	103
5.17. Почему одинаковый оттенок может быть построен разной химией	104
5.18. Роль щелочного агента	105
5.19. Почему аммиак и МЕА нельзя оценивать лозунгами	106
5.20. Роль перекиси водорода	107
5.21. Эмульсионная база: почему вспомогательные компоненты не являются балластом	108
5.22. Антиоксиданты и стабилизаторы	109
5.23. Хелаторы в окислительном красителе	110
5.24. Direct dyes внутри окислительных красителей	111
5.25. Почему одинаковые оттенки у разных брендов работают по-разному	112

5.26. Почему смешивание оттенков — это не смешивание готовых цветов	113
5.27. INCI: что можно понять уже на этом этапе	115
5.28. Окислительные красители и седина	117
5.29. Риски и ограничения окислительных красителей	121
5.30. Главные ограничения окислительного красителя как инструмента	122
Конец ознакомительного фрагмента.	123

Химия цвета. Как работают красители на волосах. Научное объяснение окрашивания, осветления и удаления косметического цвета для парикмахеров

Введение

Эта книга создана для того, чтобы восполнить пробел между научным пониманием окрашивания волос и реальной практикой колористов. Ведь зачастую знания парикмахеров основываются на мифах, маркетинге и «опыте», не прошедшем проверку. Мастер попробовал на одном клиенте какую-то технику и дает в сети экспертное мнение, что она работает повсеместно. Это грустно и печально. Я, как человек, который большую часть своей жизни посвятил развитию нашей профессии, стремлюсь объединить химию, биофизику и косметическую технологию, чтобы понять:

что именно происходит с волосом при окрашивании;
какие молекулы действуют, где и как;
как на цвет влияет структура волоса, оксидант, время, влажность, pH;
почему происходят ошибки и искажения цвета — не с бытовой, а с молекулярной точки зрения.

Это важно, поскольку в нашей профессии очень много несостыковок. Химики создают красители для волос и совершенно не ориентируются на практику, а лишь делают анализ на прядях и мнению одного-двух стилистов. Парикмахеры, не имея знаний о реальной практической химии, углубляются в теорию и часто практические наблюдения интерпретируются не корректно. Объяснения вроде «волос — губка» или «волосы не берут цвет» — неточные метафоры, не отражающие ни структуру, ни химические процессы.

Без научной базы невозможно точно прогнозировать результат окрашивания, особенно на сложных базах.

Эта книга построена только на:
проверенной информации из академических источников (журналы, справочники, патенты);
официальных исследованиях лабораторий производителей красителей;
логике органической и физической химии.

ДЛЯ КОГО ЭТА КНИГА СОЗДАНА?

Парикмахерам и колористам, стремящимся понять суть своей работы и уйти от «принципа страуса»;

Технологам и производителям красителей — для более точной формулировки и предсказуемых действий;

Преподавателям, ищущим связь между косметикой, химией и практикой.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

В книге не будет адаптированных бытовых формулировок.

Будут химические описания, уравнения, научные данные — адаптированные для понимания специалистами, но без упрощения сути. Я понимаю, что многие ищут точное решение проблем, но я хочу сразу разочаровать - работа с цветом ситуативна и мы не сможем учесть всех нюансов реакции внутри волос, поскольку можем анализировать волос только снаружи. Однако, чем больше мы знаем, тем меньше неожиданностей может произойти и тем быстрее мы можем исправить те немногие искажения, которые могут произойти в нашей работе.

В основу книги легли:

научные публикации по косметической химии (J. Cosmet. Sci., Int. J. Trichology и др.)

справочники: Robbins, Draelos, OLenick и др.

патенты (L'Oréal, Henkel, Kao, Wella)

внутренние методички химических лабораторий брендов, включая мой личный бренд Injir Hair

систематизация практического опыта, прошедшего химическую интерпретацию.



АЛЕКСАНДР КУВВАТОВ

Мастер международного класса
Член союза писателей России
Автор и разработчик запатентованного
метода работы с цветом «Система Аксиом»
Призер международных конкурсов
Дипломированный бизнес-тренер
Дипломированный геймификатор
Сооснователь и совладелец бренда **INJIR HAIR**

ГЛАВА 1. Волос не губка. Почему бытовые метафоры мешают понимать окрашивание.

**ВОЛОС
не губка
почему бытовые
метафоры
мешают
понимать
окрашивание**

01

1.1 Почему окрашивание начинается с волоса

Химия красителей начинается не с тюбика, окислителя или палитры. Она начинается с понимания материала, на котором работает краситель. Волос нельзя рассматривать как пустую трубку, губку или пассивное полотно. Это сложное биологическое волокно, состоящее из белков, липидов, воды, пигментов и межклеточных структур [1], [2]. Видимая часть волоса не является живой тканью, но она сохраняет химическую активность как материал. Волос способен набухать, изменять проницаемость, удерживать воду, терять липиды, взаимодействовать с кислотами, щелочами, окислителями, восстановителями и молекулами красителей [1], [2].

Именно поэтому один и тот же краситель может давать разные результаты на разных волосах. Различия связаны не только с уровнем глубины тона или фоном осветления, но и с состоянием кутикулы, кортекса, межклеточного мембранного комплекса, липидной системы, влажности и степени повреждения волокна [1], [3], [4].

Когда окрашивание объясняется только бытовыми образами, теряется главное: цвет является результатом взаимодействия продукта, структуры волоса и условий химической реакции.

1.2. Почему волос не является губкой

Сравнение волоса с губкой удобно, но научно неточно. Губка впитывает жидкость в открытые поры механически. Волос работает иначе. Он не просто впитывает краситель, а изменяет свою проницаемость под действием воды, рН, температуры и химических компонентов состава [1], [4].

При окрашивании происходят несколько процессов одновременно. Волокно набухает. Изменяется состояние поверхности и межклеточных структур. Малые молекулы красителя и вспомогательных компонентов перемещаются через доступные пути. В случае окислительных красителей прекурсоры и муфты вступают в реакцию с участием окислителя, образуя окрашенные соединения уже внутри структуры волоса [4], [5], [6].

Поэтому окрашивание нельзя свести к простой схеме «волос впитал краску». Такая схема не объясняет, почему краситель может затемнять пористые концы, плохо работать на плотных натуральных волосах, давать пятна на повреждённых участках или быстро вымываться после красивого первичного результата.

Волос следует рассматривать как многослойное кератиновое волокно с избирательной проницаемостью. Это более точная модель, которая позволяет понять реальные причины результата.

1.3. Основные структурные зоны волоса

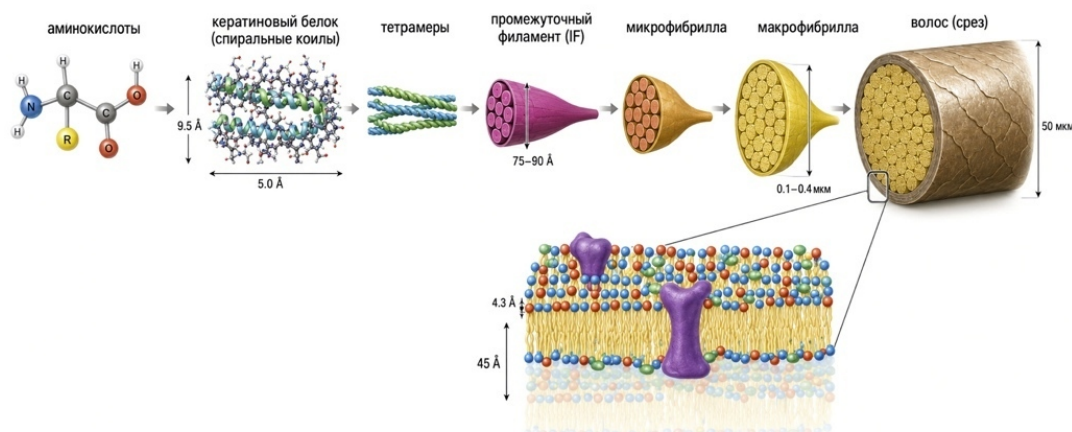
Волос обычно описывают через три основные зоны: кутикулу, кортекс и медуллу [1], [2].



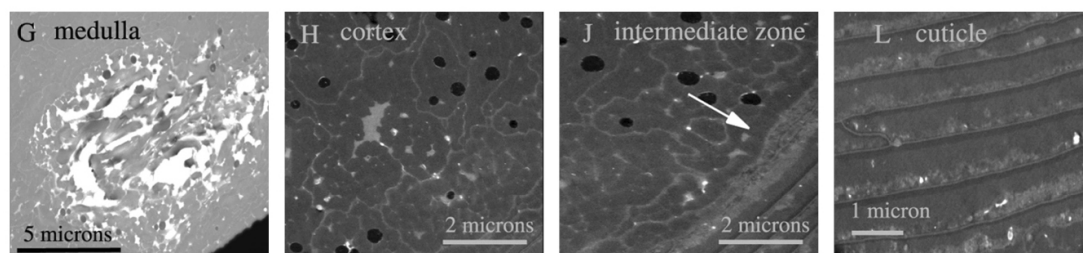
Кутикула — наружный защитный слой. Она состоит из перекрывающихся клеток и формирует барьер между внешней средой и внутренними структурами волоса. Состояние кутикулы влияет на блеск, трение, тактильное ощущение, скорость проникновения веществ и равномерность косметического результата [1], [2].

Кортекс — основная масса волоса. В нём находятся кератиновые макрофибриллы, белковый матрикс, меланиновые гранулы и структуры, определяющие прочность, эластичность и цвет волоса. Для окрашивания кортекс имеет ключевое значение, поскольку стойкий цвет формируется не только на поверхности, а внутри волокна [1], [5], [6].

Медулла — центральная зона волоса. Она может присутствовать, отсутствовать или быть выражена неравномерно. В большинстве процессов окрашивания медулла не рассматривается как главная рабочая зона [1], [2].



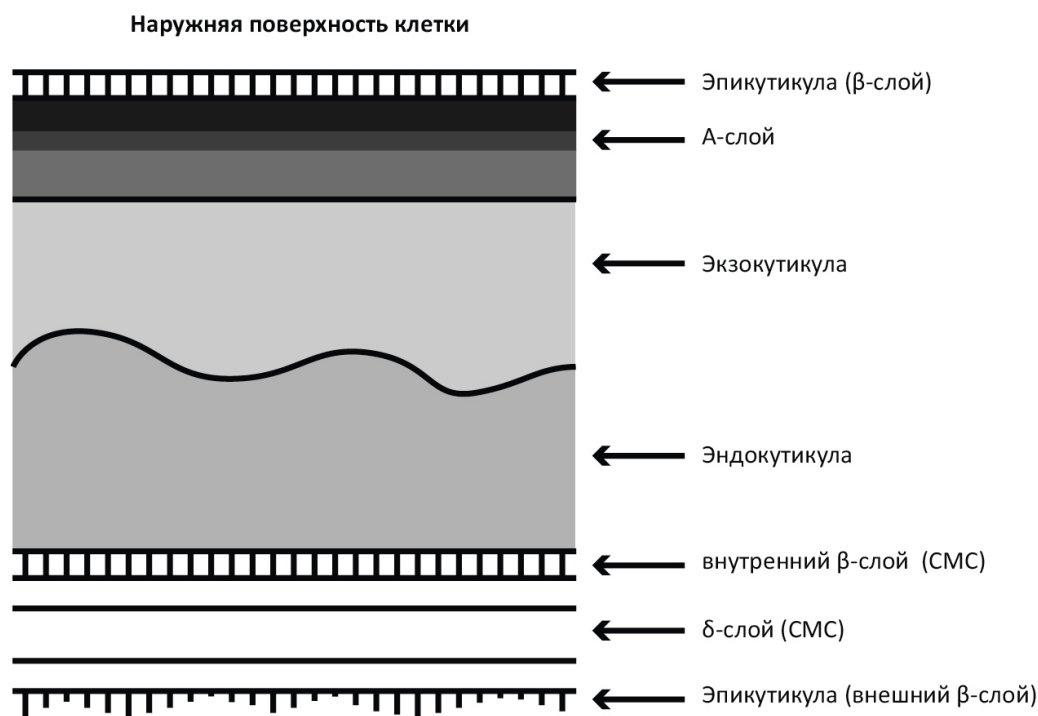
Такое деление важно не ради анатомии как таковой. Оно показывает, что краситель взаимодействует не с однородной массой, а с системой разных структур, каждая из которых по-своему влияет на результат.



Электронная микрофотография поперечного среза человеческого волоса [9].

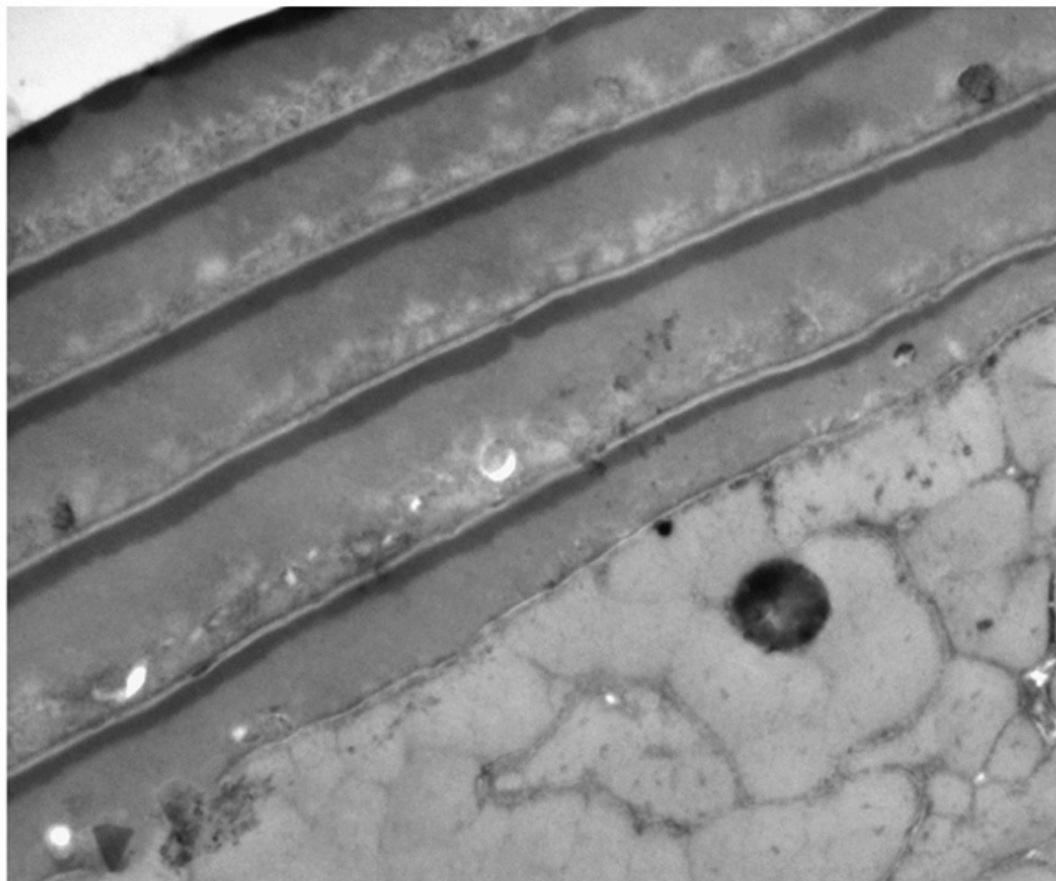
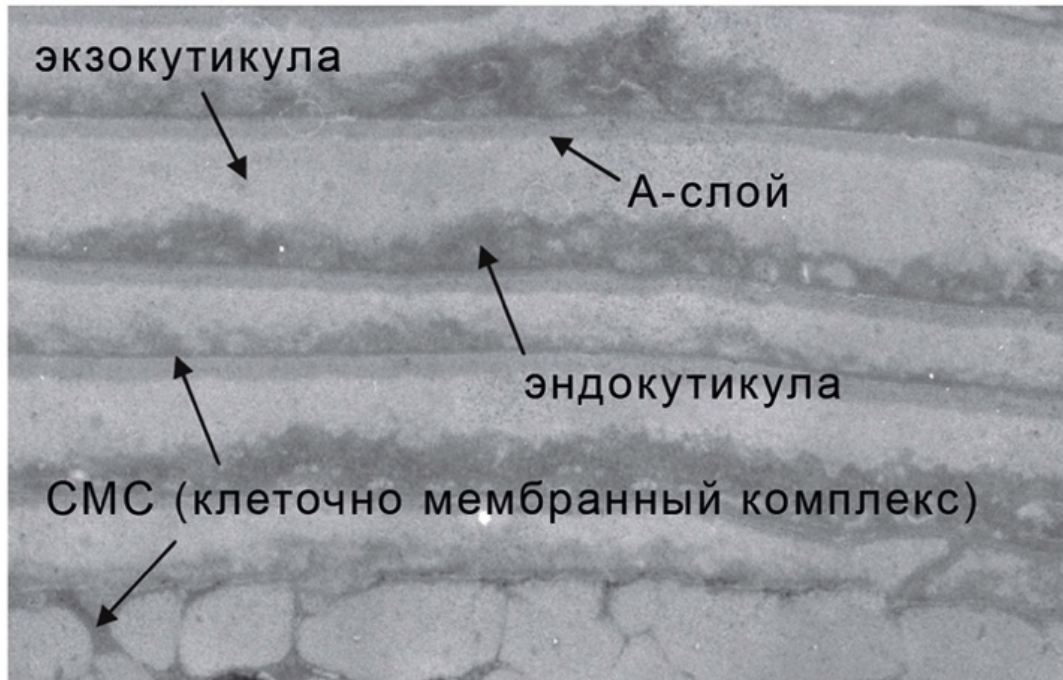
1.4. кутикула как барьер с переменной проницаемостью

Кутикула часто описывается через образ «открывающихся» и «закрывающихся» чешуек. В реальности процесс сложнее. Кутикула не работает как механическая дверь. Под действием воды, щелочной среды и температуры волос набухает, меняется состояние поверхности и межклеточных участков, увеличивается доступность путей для проникновения малых молекул [1], [4].



Щелочная среда повышает набухание и проницаемость волоса. Это облегчает движение молекул красителя и окислителя, но одновременно увеличивает нагрузку на барьерные структуры. При чрезмерном воздействии щёлочи, окислителей и температуры возрастает риск повреждения поверхности, нарушения липидного слоя и снижения качества волокна [1], [3].

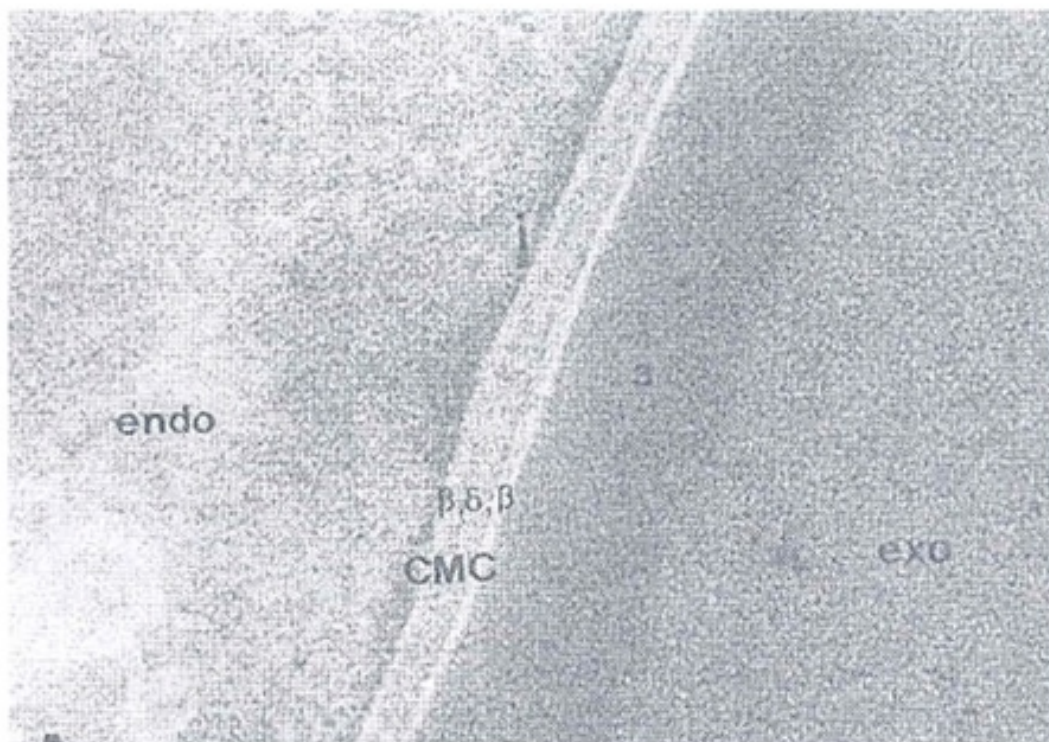
Кутикула важна не только как наружная защита. Её состояние влияет на равномерность окрашивания и на то, как свет отражается от поверхности волоса. Даже при правильно сформированном цвете внутри кортекса повреждённая кутикула может сделать оттенок визуально более мутным, матовым или менее чистым.



Электронная микрофотография поперечного среза человеческого волоса с пятью перекрывающимися клетками кутикулы. Каждая клетка имеет плотный А-слой и менее плотную экзокутикулу под ним. Нижний слой — эндокутикула. $\times 35\ 000$ [8].

1.5. Межклеточный мембранный комплекс

Межклеточный мембранный комплекс, или СМС, является одной из ключевых структур волоса. Он расположен между клетками кутикулы и кортекса и представляет собой сложную липидно-белковую систему [3].



Комплекс клеточных мембран между двумя клетками кутикулы, в котором виден центральный плотный δ -слой, окруженный двумя β -слоями с низкой плотностью [8].

СМС часто называют «межклеточным цементом», но он выполняет не только функцию сцепления. Он участвует в барьерных свойствах волоса, влияет на движение воды и веществ, поддерживает целостность волокна и играет роль в механической устойчивости структуры [3].

Разные участки СМС отличаются по строению. СМС между клетками кутикулы, между клетками кортекса и на границе кутикулы с кортексом не является одной и той же структурой. Это важно, потому что вещества не проходят через волос как через простую трубку. Их движение зависит от плотности тканей, состояния межклеточных зон и степени повреждения [3], [4].

В механизмах проникновения красителей важную роль играют межутикулярные области, эндокутикула, межклеточный комплекс и другие менее плотные участки структуры. Обзор

по механизмам действия красителей описывает диффузию молекул через такие зоны как часть пути к внутренним областям волоса [5].

Нарушение СМС меняет поведение волоса. Волос может быстрее намокать и легче принимать некоторые вещества, но одновременно становится менее устойчивым, менее равномерным и менее предсказуемым при окрашивании.

1.6. Кортекс как главная зона стойкого изменения цвета

Кортекс составляет основную массу волоса. Именно здесь расположены структуры, определяющие прочность, форму и натуральный цвет. В кортексе находятся кератиновые макрофибриллы, матрикс и меланиновые гранулы [1], [2].

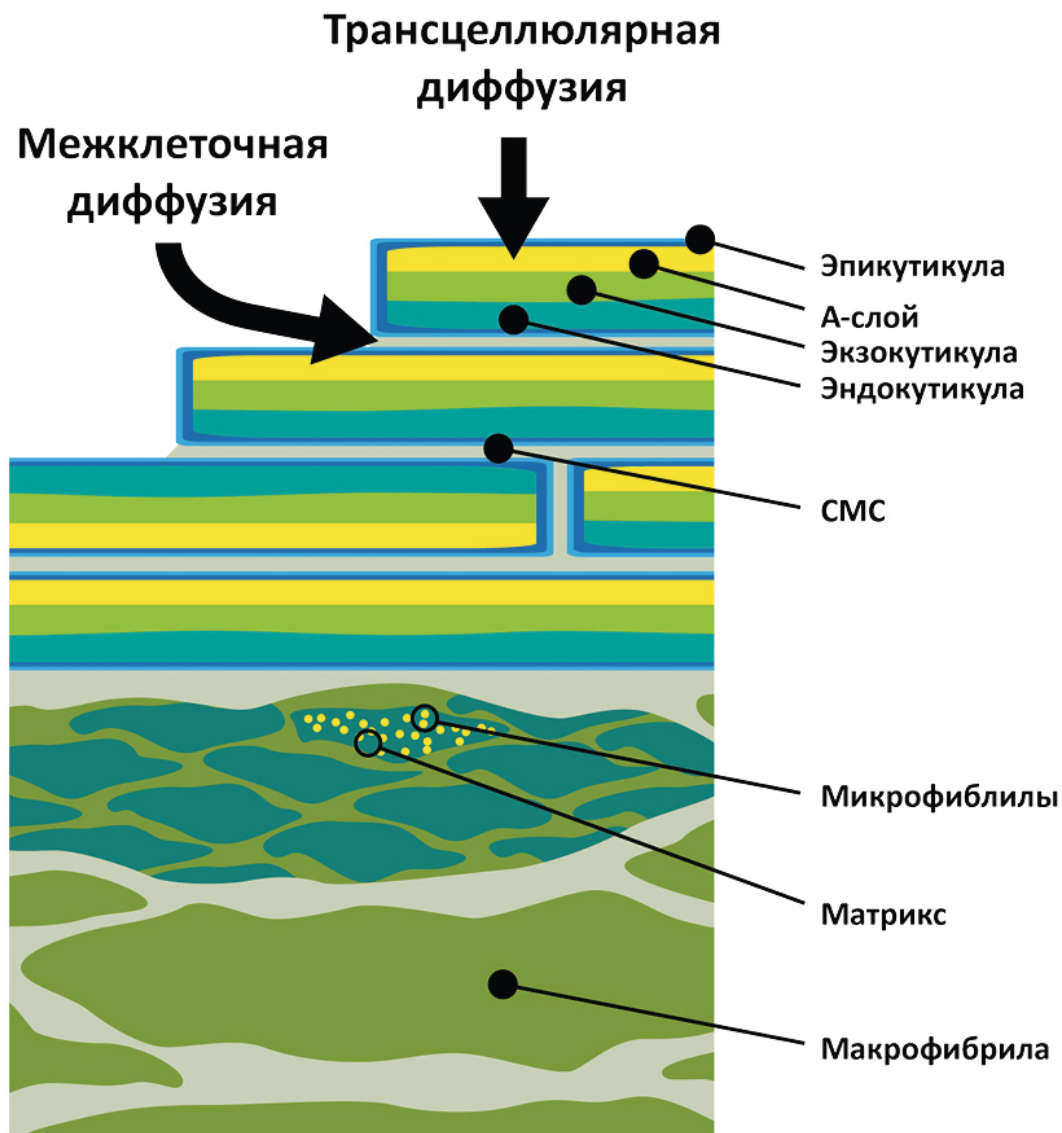
Для окислительных красителей кортекс особенно важен. Молекулы прекурсоров и муфт имеют сравнительно малый размер и способны проникать внутрь волоса. После проникновения они вступают в реакции окисления и сочетания, в результате которых формируются окрашенные соединения с большей молекулярной массой [5].

Стойкость окислительного окрашивания связана не только с тем, что молекулы «застряли» в волосе. Более точное объяснение состоит в том, что окрашенные соединения формируются внутри структуры и хуже удаляются при обычном мытье из-за своего размера, локализации и взаимодействия с волокном [5], [6].

Исследование с использованием *nanoscale secondary ion mass spectrometry* показало, что окрашенные хромофоры, образованные при окислительном окрашивании, могут локализоваться внутри структуры волоса, а меланиновые гранулы чёрных волос являются важными зонами окрашивания [6]. Это подтверждает, что стойкий цвет нельзя объяснить только поверхностным нанесением пигмента.

1.7. Диффузия и химическая реакция

Окрашивание включает два принципиально разных процесса: перемещение молекул и химическое образование цвета.



Первый процесс — диффузия. Молекулы красителя, щёлочные агенты, окислитель и другие компоненты должны распределиться в доступных зонах волоса. На это влияют размер молекул, заряд, растворимость, состояние кутикулы, влажность, рН, температура и повреждённость волокна [4], [5], [7].

Второй процесс — химическая реакция. В окислительных красителях конечный цвет не полностью присутствует в тубике до смешивания с окислителем. Цвет формируется в результате реакций прекурсоров и муфт при участии окислителя. Поэтому результат зависит не только от проникновения, но и от условий реакции [5].

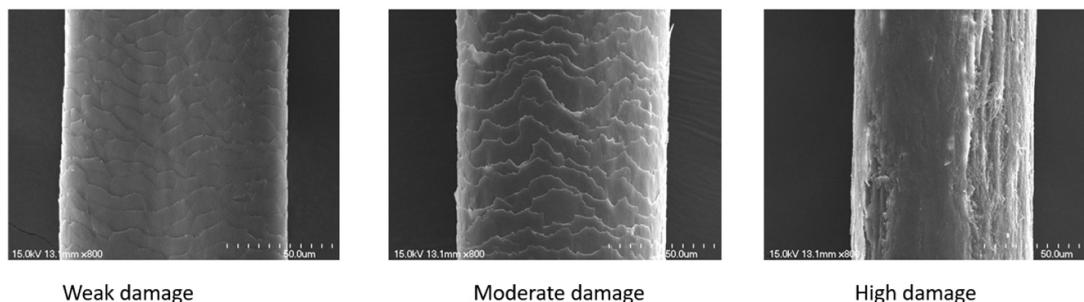
Если молекулы проникли недостаточно, цвет может быть слабым или поверхностным. Если проницаемость слишком высокая и структура повреждена, результат может стать слишком

ком плотным, пятнистым или нестойким. Если условия реакции нарушены, оттенок может развиваться не полностью или сместиться.

Окрашивание — это не простое внесение цвета в волос. Это управляемое сочетание диффузии и химического образования окрашенных соединений.

1.8. Повреждённый волос и ложное ощущение лучшего окрашивания

Повреждённый волос часто быстрее принимает краситель. Это создаёт впечатление, что он «лучше берёт цвет». Но высокая скорость принятия пигмента не равна качественному окрашиванию.



Уровни повреждения волос [10].

Повреждение кутикулы, СМС и кортекса может увеличить проницаемость, но одновременно снижает способность волоса равномерно распределять и удерживать цвет. Поэтому пористые участки могут быстро темнеть, интенсивно захватывать холодные или фиолетовые нюансы, давать пятна и затем быстрее терять оттенок при мытье [1], [3], [5].

Такой результат связан не с тем, что волос «капризный», а с тем, что нарушена его барьерная и удерживающая система. Чем сильнее повреждена структура, тем меньше окрашивание похоже на контролируемую реакцию и тем больше зависит от неоднородности самого материала.

1.9. Почему одинаковый краситель работает по-разному

Один и тот же краситель может давать разные результаты на разных волосах из-за различий в структуре волокна.

На плотных натуральных волосах проникновение может быть более медленным. Цвет может развиваться сдержаннее, но при правильных условиях часто получается более стабильным.

На пористых осветлённых волосах проникновение может происходить быстрее, но распределение и удержание цвета становятся менее предсказуемыми. Особенно это заметно при работе с холодными, серыми, фиолетовыми и синими нюансами.

На ранее окрашенной длине результат зависит от остаточных искусственных пигментов, степени повреждения, состояния СМС, липидной системы, минералов, ухода и истории предыдущих процедур.

Таким образом, краситель работает не сам по себе. Он всегда работает внутри конкретного материала. Поэтому одинаковая формула не гарантирует одинаковый результат.

1.10 Распространённые упрощения

Первое упрощение — представление о волосе как о губке. Эта модель не объясняет ни избирательную проницаемость, ни роль СМС, ни формирование окислительного цвета внутри структуры.

Второе упрощение — представление о кутикуле как о двери, которую можно просто открыть и закрыть. В реальности речь идёт о набухании, изменении проницаемости, состоянии межклеточных структур и поверхности волоса.

Третье упрощение — фраза «волос не берёт цвет». За ней могут стоять разные причины: плотная кутикула, недостаточная щёлочность, слабая диффузия, неправильный окислитель, остатки продуктов, металлы, несовместимые пигменты или нарушение условий реакции.

Четвёртое упрощение — идея, что повреждённый волос лучше окрашивается. Повреждённый волос может быстрее принимать пигмент, но чаще хуже контролирует его распределение и удержание.

Пятое упрощение — представление, что стойкость зависит только от бренда красителя. Стойкость зависит также от структуры волоса, локализации пигмента, состояния кутикулы, СМС, пористости, ухода и внешних воздействий.

1.11. Выводы

Волос не является губкой, пустой трубкой или пассивным полотном. Это многослойное кератиновое волокно с избирательной проницаемостью.

Кутикула выполняет барьерную функцию, но её нельзя сводить к механическому «открытию» и «закрытию» чешуек.

СМС является важной межклеточной структурой, влияющей на сцепление клеток, движение воды, проникновение веществ и устойчивость волоса.

Кортекс является главной зоной стойкого изменения цвета при окислительном окрашивании.

Окрашивание включает не только проникновение молекул, но и химическое образование окрашенных соединений внутри волоса.

Повреждённый волос может быстрее принимать пигмент, но чаще даёт менее равномерный и менее стойкий результат.

Одинаковая формула красителя может работать по-разному, потому что она взаимодействует с разной структурой волоса.

Понимание окрашивания начинается с отказа от бытовой модели «открыли — внесли — закрыли». Научно точнее рассматривать процесс как изменение проницаемости волоса, диффузию молекул, химическое образование цвета и последующую стабилизацию результата.

Научные источники

Robbins C. R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. 5th ed. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-25611-0.

Yang F. C., Zhang Y., Rheinstädter M. C. The structure of people's hair. *PeerJ*. 2014;2:e619. DOI: 10.7717/peerj.619.

Robbins C. The cell membrane complex: three related but different cellular cohesion components of mammalian hair fibers. *Journal of Cosmetic Science*. 2009;60(4):437–465.

Gummer C. L. Elucidating penetration pathways into the hair fiber using novel microscopic techniques. *Journal of Cosmetic Science*. 2001;52(5):265–280.

da França S. A., Dario M. F., Esteves V. B., Baby A. R., Velasco M. V. R. Types of Hair Dye and Their Mechanisms of Action. *Cosmetics*. 2015;2(2):110–126. DOI: 10.3390/cosmetics2020110.

Kojima T., Yamada H., Yamamoto T., Matsushita Y., Fukushima K. Dyeing regions of oxidative hair dyes in human hair investigated by nanoscale secondary ion mass spectrometry. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 2013;106:140–144. DOI: 10.1016/j.colsurfb.2013.01.028.

Kelch A., Wessel S., Will T., Hintze U., Wepf R., Wiesendanger R. Penetration pathways of fluorescent dyes in human hair fibres investigated by scanning near-field optical microscopy. *Journal of Microscopy*. 2000;200(Pt 3):179–186. DOI: 10.1046/j.1365-2818.2000.00774.x.

Rogers G. E. Known and Unknown Features of Hair Cuticle Structure: A Brief Review. *Cosmetics*. 2019;6(2):32. DOI: 10.3390/cosmetics6020032.

Fei-Chi Yang, Yuchen Zhang and Maikel C. Rheinstadter. The structure of people's hair. Copyright 2014 Yang et al. DOI 10.7717/peerj.619

Qiaoyue Man, Lintong Zhang and Youngim Cho. Efficient Hair Damage Detection Using SEM Images Based on Convolutional Neural Network - Department of Computer Engineering, Gachon University, Seongnam 1342, Korea - *Appl. Sci.* 2021, 11(16), 7333; <https://doi.org/10.3390/app11167333>

ГЛАВА 2. Кератин, СМС и липиды. Почему химический состав волосы управляет окрашиванием.



2.1. Волос как химически активный материал

Видимая часть волоса не содержит живых клеток, не имеет кровоснабжения и не способна к биологическому восстановлению. Однако это не делает волос химически пассивным материалом. Волос реагирует на воду, изменение рН, температуру, окислители, восстановители, поверхностно-активные вещества и компоненты косметических продуктов [1], [2].

При окрашивании краситель взаимодействует не с абстрактным «полотном», а с конкретной биологической структурой. Эта структура состоит из белков, воды, липидов, пигментов, следовых элементов и межклеточного мембранного комплекса. Каждый из этих компонентов влияет на проникновение молекул, скорость реакции, равномерность окрашивания, стойкость цвета и риск повреждения волоса [1], [2], [3].

Поэтому химия окрашивания начинается не с тюбика красителя, а с понимания материала, на котором этот краситель работает.

2.2. Основные компоненты волоса

Волос состоит преимущественно из белковых структур. Основную роль играют кератины и кератин-ассоциированные белки. Они формируют внутренний каркас волоса, отвечают за прочность, упругость и устойчивость волокна к механическим нагрузкам [1], [2].

Кроме белков, в волосе присутствуют вода, липиды, пигменты и следовые элементы. Их доля может быть значительно ниже, чем доля белков, но функциональное значение очень велико. Вода влияет на набухание и пластичность волоса. Липиды участвуют в барьерных свойствах, гладкости и гидрофобности поверхности. Пигменты определяют натуральный цвет. Следовые элементы могут влиять на поведение окислителей и стабильность окрашивания [1], [2], [3].

Волос нельзя рассматривать как однородную массу кератина. Это организованная структура, в которой химический состав и пространственное расположение компонентов определяют поведение волоса при окрашивании.

2.3. Кератиновая основа волоса

Кератин — главный структурный белок волоса. В кортексе он организован в систему промежуточных филаментов, макрофибрилл и белкового матрикса. Такая организация придаёт волосу прочность и одновременно определяет его реакцию на воду, тепло и химические процедуры [1], [2].

Особое значение имеет аминокислота цистеин. Остатки цистеина могут образовывать дисульфидные связи, которые являются одной из причин механической устойчивости волоса. Эти связи особенно важны при процедурах, связанных с изменением формы волоса, обесцвечиванием и другими redox-процессами [1], [4].

Окислительные процедуры направлены прежде всего на изменение пигментной системы волоса, но при интенсивном воздействии они затрагивают и белковую структуру. При обесцвечивании дисульфидные связи могут окисляться с образованием цистеиновой кислоты, что связано с необратимым повреждением кератинового материала [4], [5].

Это объясняет, почему осветление нельзя рассматривать только как удаление цвета. Оно изменяет химическое состояние самого волокна.

2.4. Связи, удерживающие структуру волоса

Структура волоса поддерживается несколькими типами химических и физических взаимодействий.

Дисульфидные связи относятся к ковалентным связям и играют важную роль в устойчивости кератиновой структуры. Их изменение лежит в основе многих химических процедур, включая завивку, выпрямление и частично повреждение при сильном окислении [1], [4].

Водородные связи более слабые, но многочисленные. Они чувствительны к воде и температуре. Именно поэтому влажный волос меняет механические свойства, становится более пластичным и легче деформируется [1], [2].

Ионные взаимодействия зависят от рН среды. При изменении кислотности или щёлочности меняется заряд белковых групп, что влияет на набухание волоса, адсорбцию веществ и взаимодействие с компонентами красителя [1], [2].

Гидрофобные взаимодействия связаны с неполярными участками белков и липидов. Они участвуют в сохранении плотности структуры, снижении избыточного проникновения воды и поддержании барьерных свойств волоса [2], [6].

При окрашивании все эти связи не исчезают одновременно, но условия процедуры могут изменять их состояние. Поэтому результат окрашивания зависит не только от формулы красителя, но и от того, насколько сохранена внутренняя организация волоса.

2.5. Вода в волосе

Вода в волосе не является пассивным наполнителем. Она влияет на набухание волокна, подвижность молекул, механические свойства и проницаемость структуры [1], [2].

Волос способен поглощать влагу из окружающей среды. При увеличении содержания воды меняется диаметр волоса, снижается жёсткость, повышается пластичность и изменяется способность волокна пропускать вещества [1], [2].

В окрашивании это имеет практическое значение. Содержание воды в волосе может влиять на распределение состава, скорость проникновения молекул и условия реакции. Избыточная влажность может разбавлять продукт на поверхности волоса, но её влияние не сводится только к механическому разбавлению. Вода меняет физическое состояние самого материала.

Поэтому сухой, влажный и переувлажнённый волос не являются одинаковой основой для окрашивания. Они отличаются степенью набухания, распределением воды и условиями движения молекул внутри структуры.

2.6. Липиды волоса

Липиды составляют относительно небольшую часть массы волоса, но существенно влияют на его свойства. Они участвуют в гидрофобности поверхности, блеске, скольжении, снижении трения и барьерной функции [2], [6], [7].

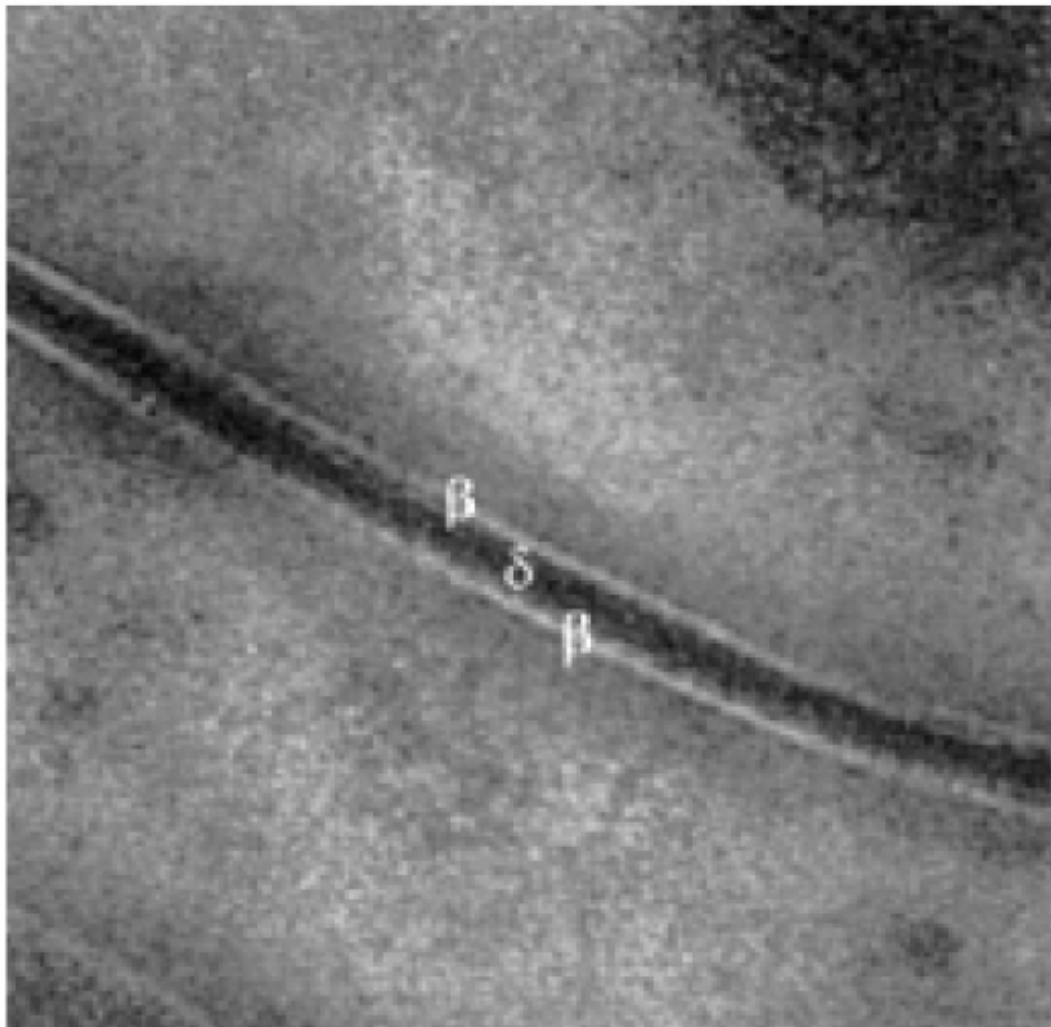
Часть липидов расположена на поверхности волоса, часть входит в состав межклеточного мембранного комплекса. Особенно важна 18-метилэйкозановая кислота, известная как 18-МЕА. Она связана с поверхностью кутикулы и участвует в формировании гидрофобности, гладкости и характерного ощущения здорового волоса [6].

При повреждении поверхности, частичной потере 18-МЕА и нарушении эпикутикулы волос становится более гидрофильным, хуже отражает свет, сильнее трётся между волокнами и легче воспринимается как сухой или шероховатый [6].

Для окрашивания это важно, потому что липидная система влияет на барьерную функцию волоса. Сохранённая липидная структура помогает поддерживать более контролируемое движение воды и веществ. Нарушенная липидная структура повышает чувствительность волоса к химическим процедурам и может усиливать неравномерность результата.

2.7. Межклеточный мембранный комплекс

Межклеточный мембранный комплекс, или СМС, представляет собой систему липидно-белковых структур между клетками волоса. Он присутствует между клетками кутикулы, между клетками кортекса и в зоне соединения кутикулы с кортексом [3].



СМС выполняет несколько функций. Он участвует в сцеплении клеток, поддерживает целостность структуры волоса, влияет на движение воды и веществ, а также играет роль в механической устойчивости волокна [3].

В окрашивании СМС важен потому, что проникновение веществ в волос не происходит как простое заполнение пустот. Молекулы перемещаются через доступные пути внутри сложной структуры. Межклеточные области, участки с меньшей плотностью и изменённые зоны кутикулы могут участвовать в движении компонентов красителя [1], [3]. Повреждение СМС изменяет поведение волоса. Волос может быстрее намочить, быстрее принимать некоторые вещества, но одновременно становится менее устойчивым и менее предсказуемым при окрашивании.

2.8. Повреждение волоса и поведение красителя

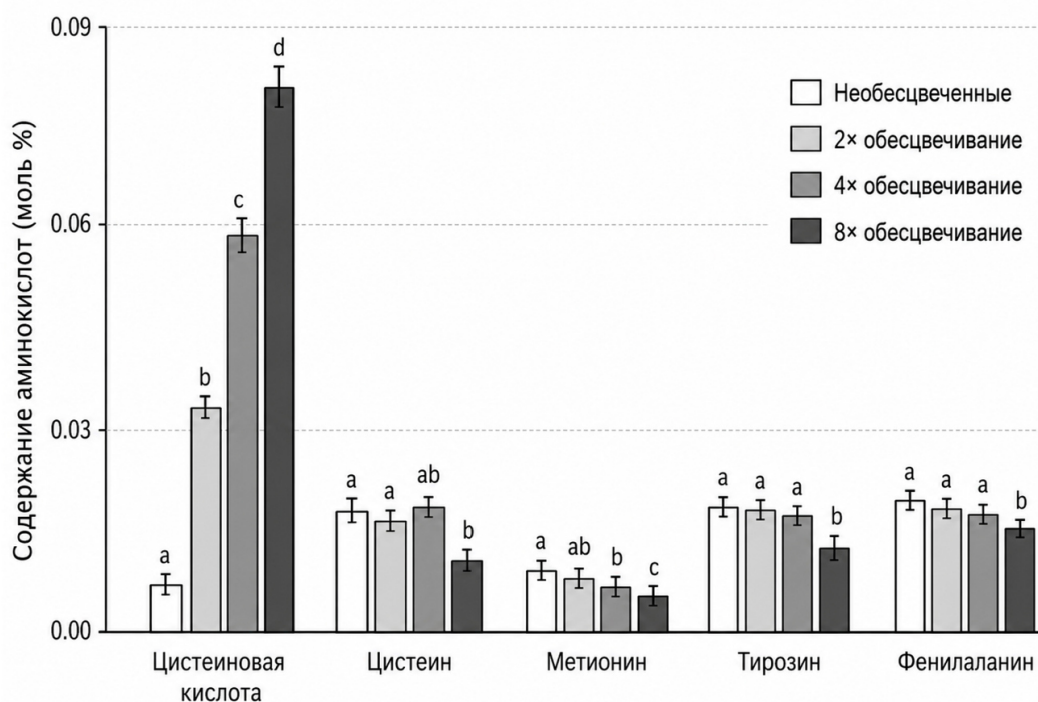
Повреждённый волос часто быстрее принимает краситель, но это не означает более качественного окрашивания. Нарушение кутикулы, липидного слоя, СМС и кортекса может увеличивать проницаемость, но одновременно снижать равномерность распределения и стойкость цвета [1], [3], [4].

Особенно заметно это на осветлённых и пористых волосах. Такие участки могут быстро затемняться при тонировании, интенсивно захватывать холодные или фиолетовые нюансы, но затем быстро терять часть оттенка при мытье. Это связано не с «капризностью» волоса, а с нарушением барьерной и удерживающей способности волокна.

Повреждённая структура хуже контролирует движение воды и молекул. Поэтому окрашивание на такой основе требует большей осторожности, чем окрашивание на плотном натуральном волосе.

2.9. Окислительное повреждение при обесцвечивании

Обесцвечивание направлено на разрушение натуральных пигментов, но химическое воздействие не ограничивается меланином. Перекись водорода и персульфаты в щелочной среде могут вызывать изменения белковой структуры волоса, повреждение дисульфидных связей, образование окисленных серосодержащих групп и нарушение внутренней организации волокна [4], [5].



Рост cysteic acid — это не “нормальное осветление пигмента”, а маркер окислительного повреждения кератина. Обесцвечивание меняет не только меланин, но и белковую архитектуру волоса. Именно поэтому маска после порошка может улучшить скольжение и блеск, но не «отменяет» факт образования cysteic acid. Она может косметически компенсировать поверхность, но не возвращает окисленные дисульфидные связи в исходное состояние [9].

Исследования структурных изменений после обесцвечивания показывают повреждение внутренних зон волоса и изменение белкового состава. Это подтверждает, что осветление является комплексным химическим воздействием, а не только изменением цвета [4]. Образование цистеиновой кислоты является одним из признаков окислительного повреждения кератина. Её накопление связано с разрушением дисульфидных связей и снижением устойчивости волоса к дальнейшим химическим и механическим нагрузкам [5].

После сильного обесцвечивания волос становится не просто светлее. Он становится другим материалом для последующего окрашивания: более гидрофильным, более пористым, менее устойчивым и менее предсказуемым.

2.10. Почему один и тот же краситель работает по-разному

Один и тот же краситель может давать разные результаты на разных волосах из-за различий в структуре и химическом состоянии волокна.

Плотный натуральный волос может медленнее пропускать молекулы и требовать более активных условий реакции. При этом результат часто получается более устойчивым и равномерным. Пористый осветлённый волос может быстро принимать пигмент, но хуже удерживать его. На таких волосах выше риск затемнения концов, пятнистости, ухода оттенка в серость, фиолетовый или грязный тон.

Волос после многократных химических процедур может иметь нарушенную кутикулу, повреждённый СМС, окисленные белки и изменённую липидную систему. Это влияет на проникновение красителя, его распределение, стойкость и визуальную чистоту цвета [1], [3], [4].

Поэтому результат окрашивания определяется не только выбранной формулой. Он является итогом взаимодействия продукта, структуры волоса и условий процедуры.

2.11. Распространённые упрощения

Одно из распространённых упрощений — представление о волосе как о кератиновой массе. На самом деле волос содержит не только белки. Вода, липиды, СМС, пигменты и следовые элементы также участвуют в его поведении при окрашивании [1], [2], [3].

Другое упрощение — представление о пористости как о «дырках» в волосе. Пористость лучше рассматривать как нарушение барьерной функции, изменение поверхности, межклеточных структур, способности к набуханию и удержанию веществ.

Ещё одно упрощение — идея, что повреждённый волос «лучше берёт цвет». Повреждённый волос может быстрее принимать часть пигментов, но это сопровождается снижением контроля, стойкости и равномерности результата [1], [3], [4].

Также ошибочно рассматривать уход после окрашивания только как средство для мягкости. Уход влияет на трение, блеск, потерю влаги, состояние поверхности и визуальную стабильность окрашенных волос [2], [6], [7].

2.12. Выводы

Волос является сложным химически активным материалом, состоящим из белков, воды, липидов, пигментов, следовых элементов и межклеточных структур.

Кератиновая структура определяет прочность волоса, но одновременно может повреждаться при окислительных процедурах.

Вода влияет на набухание, пластичность, диффузию и условия работы красителя.

Липиды, включая 18-МЕА, участвуют в гидрофобности, гладкости, блеске, снижении трения и барьерных свойствах поверхности.

СМС является важной межклеточной системой, которая поддерживает целостность волоса и влияет на движение веществ внутри структуры.

Повреждённый волос может быстрее принимать пигмент, но хуже удерживает цвет и чаще даёт неравномерный результат.

Обесцвечивание меняет не только натуральный пигмент, но и белково-липидную структуру волоса.

Химия окрашивания невозможна без понимания состояния самого волоса. Краситель работает не сам по себе, а внутри конкретной структуры с конкретной степенью повреждения, влажности, липидной сохранности и проницаемости.

Научные источники

Robbins C. R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. 5th ed. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-25611-0.

Cruz C. F., Costa C., Gomes A. C., Matamá T., Cavaco-Paulo A. Human Hair and the Impact of Cosmetic Procedures: A Review on Cleansing and Shape-Modulating Cosmetics. *Cosmetics*. 2016;3(3):26. DOI: 10.3390/cosmetics3030026.

Robbins C. The cell membrane complex: three related but different cellular cohesion components of mammalian hair fibers. *Journal of Cosmetic Science*. 2009;60(4):437–465.

Grosvenor A. J., Deb-Choudhury S., Middlewood P. G., Thomas A., Lee E., Vernon J. A., Woods J. L., Clerens S. The physical and chemical disruption of human hair after bleaching: studies by transmission electron microscopy and redox proteomics. *International Journal of Cosmetic Science*. 2018;40(6):536–548. DOI: 10.1111/ics.12495.

Kuzuhara A. Evaluation of Cysteic Acid in Bleached Hair Using Infrared Spectroscopy. *Journal of Fiber Science and Technology*. 2016;72(1):1–7. DOI: 10.2115/fiberst.2016-0001.

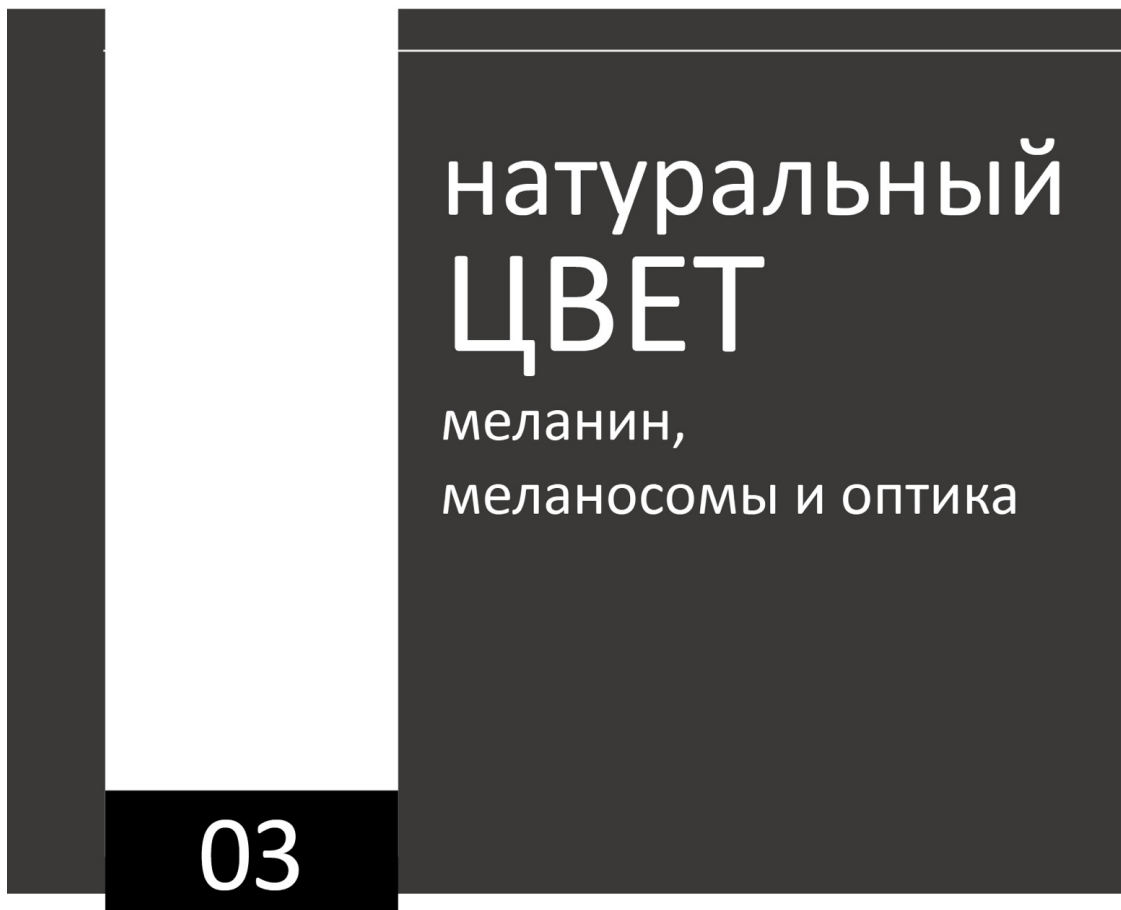
Tokunaga S., Tanamachi H., Ishikawa K. Degradation of Hair Surface: Importance of 18-MEA and Epicuticle. *Cosmetics*. 2019;6(2):31. DOI: 10.3390/cosmetics6020031.

Coderch L., Alonso C., García M. T., Pérez L., Martí M. Hair Lipid Structure: Effect of Surfactants. *Cosmetics*. 2023;10(4):107. DOI: 10.3390/cosmetics10040107.

George E. Rogers. Known and Unknown Features of Hair Cuticle Structure: A Brief Review - Molecular and Biomedical Sciences, University of Adelaide, Adelaide, SA 5005, Australia. *Cosmetics* 2019, 6(2), 32; <https://doi.org/10.3390/cosmetics6020032>

Yang F.-C., Zhang Y., Rheinstädter M. C. The structure of people's hair. *PeerJ*. 2014;2. DOI: 10.7717/peerj.619. PMID: 25332846. PMCID: PMC4201279.

ГЛАВА 3. Натуральный цвет волос. Меланин, меланосомы и оптика.



3.1. Цвет волоса как результат биохимии и оптики

Натуральный цвет волоса формируется не одним веществом и не одним простым «пигментом». Он является результатом взаимодействия нескольких факторов: количества меланина, соотношения разных типов меланина, размера и распределения меланосом, плотности кортекса, состояния кутикулы и поведения света внутри волокна [1], [2], [3].

В профессиональной практике цвет волоса часто описывают через уровень глубины тона и оттеночное направление. Такая система удобна для работы с красителями, но она не объясняет биохимическую природу натурального цвета. С точки зрения химии натуральный цвет волоса определяется прежде всего меланинами — полимерными пигментами, которые синтезируются в меланоцитах волосяного фолликула и затем включаются в растущий волос [2], [4].

При этом визуальный цвет не равен только химическому составу пигмента. Волос является оптическим волокном: свет частично отражается от поверхности, частично рассеивается в кутикуле и кортексе, частично поглощается меланином. Поэтому натуральный цвет зависит не только от того, сколько пигмента находится в волосе, но и от того, как этот пигмент расположен и как сама структура волоса взаимодействует со светом [1], [5].

3.2. Где образуется натуральный пигмент

Меланин волоса синтезируется не в самом стержне волоса, а в волосяном фолликуле. В период активного роста волоса меланоциты производят меланин внутри специальных органелл — меланосом. Затем меланосомы передаются клеткам, формирующим волосяной стержень, прежде всего клеткам кортекса [2], [4].

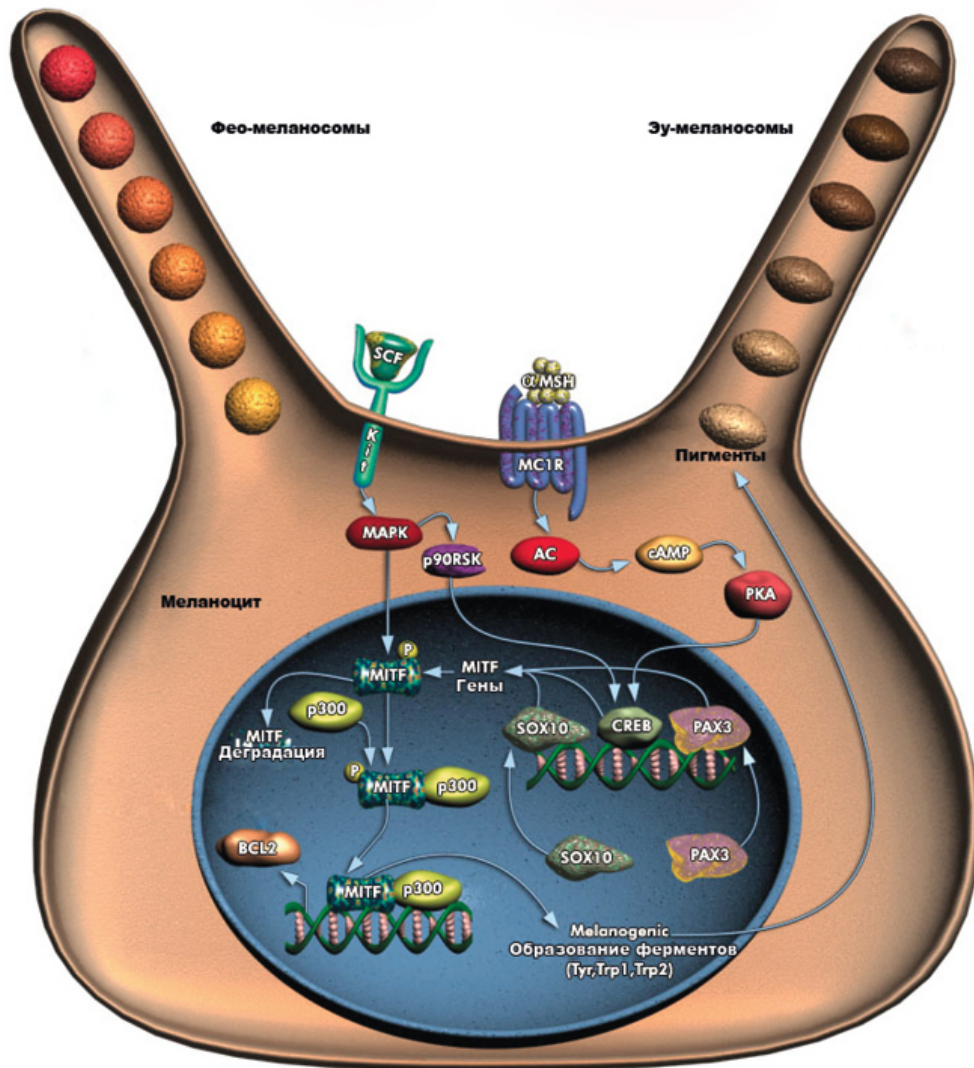


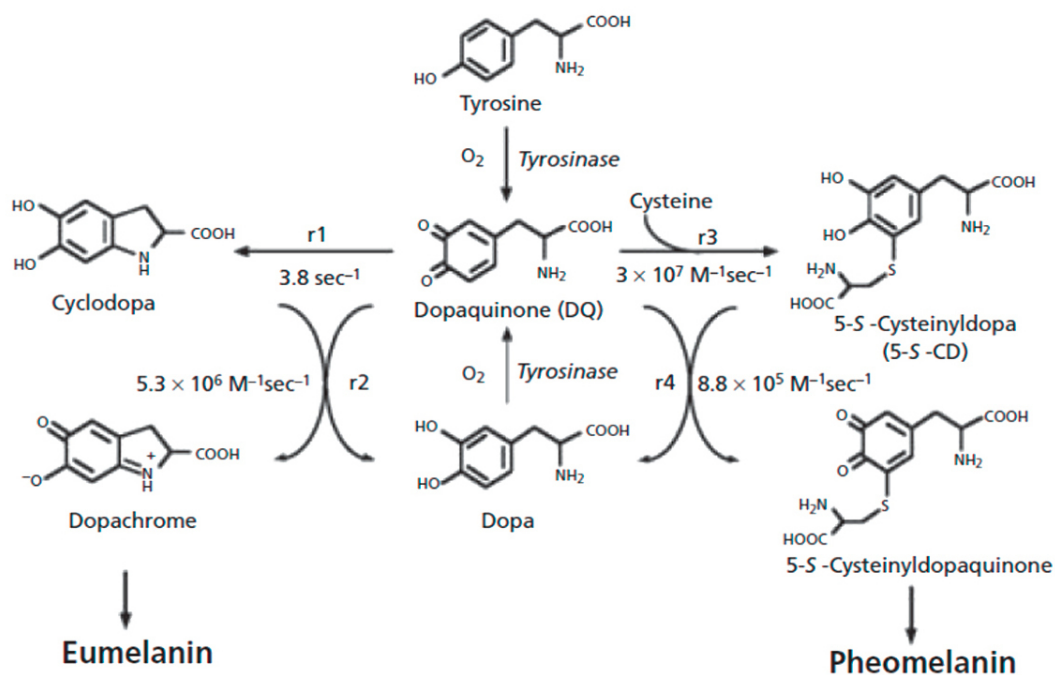
После того как волос вышел над поверхностью кожи, его видимая часть уже не способна самостоятельно производить новый натуральный пигмент. Поэтому любые изменения цвета по длине волоса после выхода из кожи связаны не с новой биологической пигментацией, а с внешними воздействиями: ультрафиолетом, водой, окислителями, красителями, уходом, загрязнениями и механическим износом [1], [6].

Это важно для понимания окрашивания. Натуральный пигмент находится внутри сформированной структуры волоса. При осветлении или окрашивании мастер работает не с живой системой синтеза меланина, а с уже сформированным материалом, содержащим пигментные гранулы.

3.3. Два основных типа меланина

В волосах человека основными пигментами являются эумеланин и феомеланин [3], [4], [7].





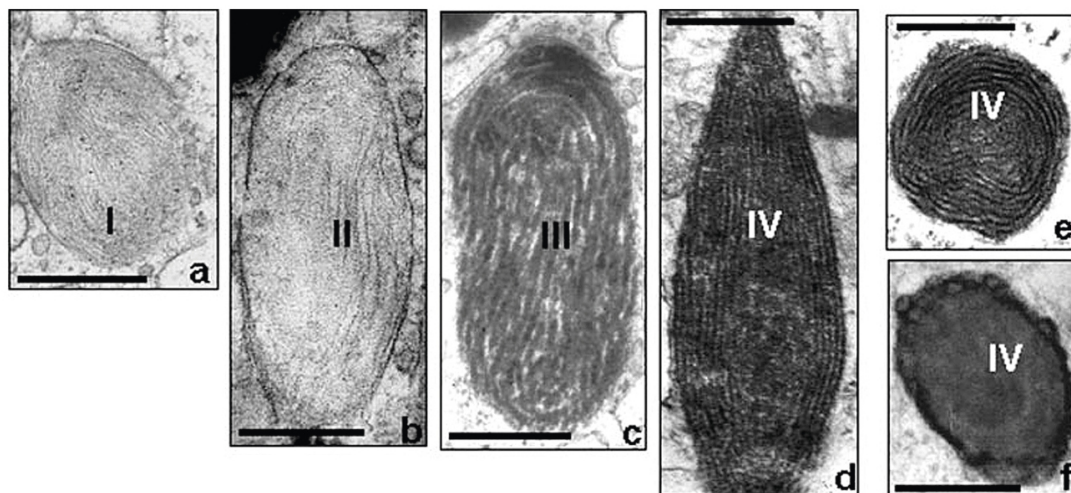
Эумеланин отвечает за тёмные коричнево-чёрные оттенки. Он образован преимущественно из производных 5,6-дигидроксииндола: ДН1 и ДН1СА. Разное соотношение этих структурных единиц влияет на свойства эумеланина, его оптическое поведение и химическую устойчивость [4], [7], [8].

Феомеланин связан с жёлто-рыжими и красновато-коричневыми оттенками. Его образование зависит от участия серосодержащих соединений, прежде всего цистеина, которые вступают в путь синтеза меланина на ранних стадиях меланогенеза [4], [7].

Натуральный цвет волоса обычно формируется не одним типом меланина, а их сочетанием. Различия между чёрными, каштановыми, русыми, блондированными от природы и рыжими волосами связаны с количеством меланина, соотношением эумеланина и феомеланина, а также распределением меланосом внутри волоса [3], [7].

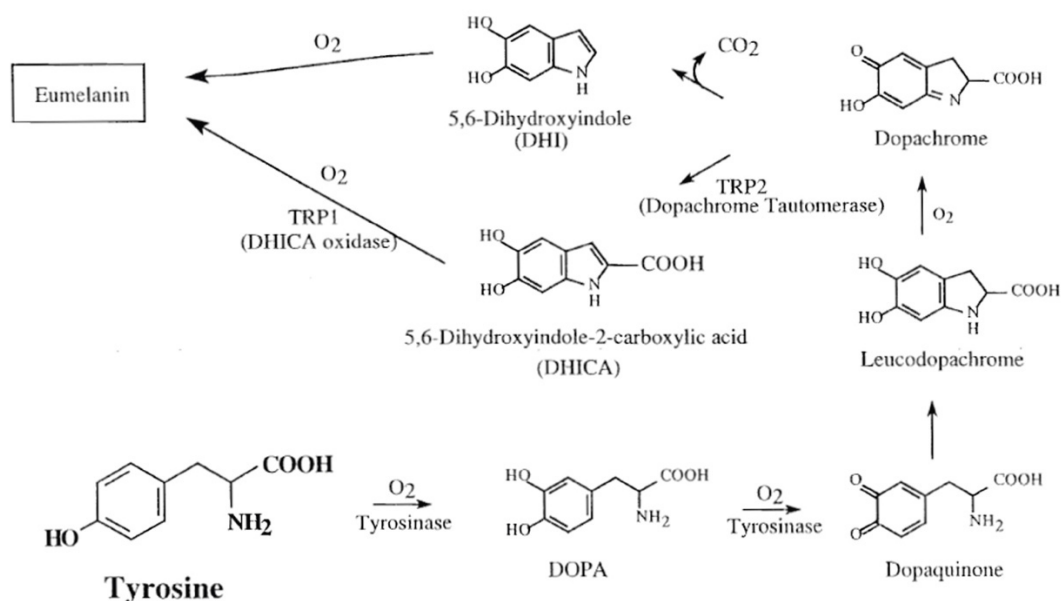
3.4. эумеланин

Эумеланин является основным пигментом тёмных волос. Он даёт коричнево-чёрную оптическую плотность и хорошо поглощает свет в широком диапазоне длин волн [3], [7].



Этапы формирования эумеланина (a-b-c-d) и его мутагенных форм (e,f)

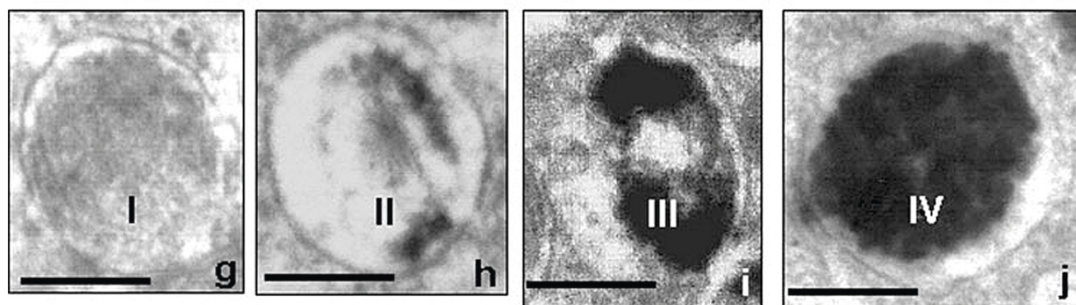
В химическом отношении эумеланин представляет собой сложный, неоднородный полимер. Его структура не является регулярной, как у простого синтетического полимера. Она включает различные продукты окисления и полимеризации индольных предшественников, прежде всего DHI и DHICA [7], [8]. Эумеланин не только окрашивает волос, но и участвует в фотозащите. Тёмные волосы обычно более устойчивы к фотодegradации, чем светлые, что связано в том числе с более высокой долей эумеланина и его большей фотостабильностью по сравнению с феомеланином [6].



В окрашивании это имеет прямое значение. Волосы с высоким содержанием эумеланина требуют более выраженного окислительного воздействия для осветления. При частичном разрушении эумеланина визуальный результат не становится серым или бесцветным. Он постепенно переходит через коричневые, красно-коричневые, оранжевые и жёлто-оранжевые стадии, потому что меланин разрушается не одновременно и не до полной прозрачности [1], [6].

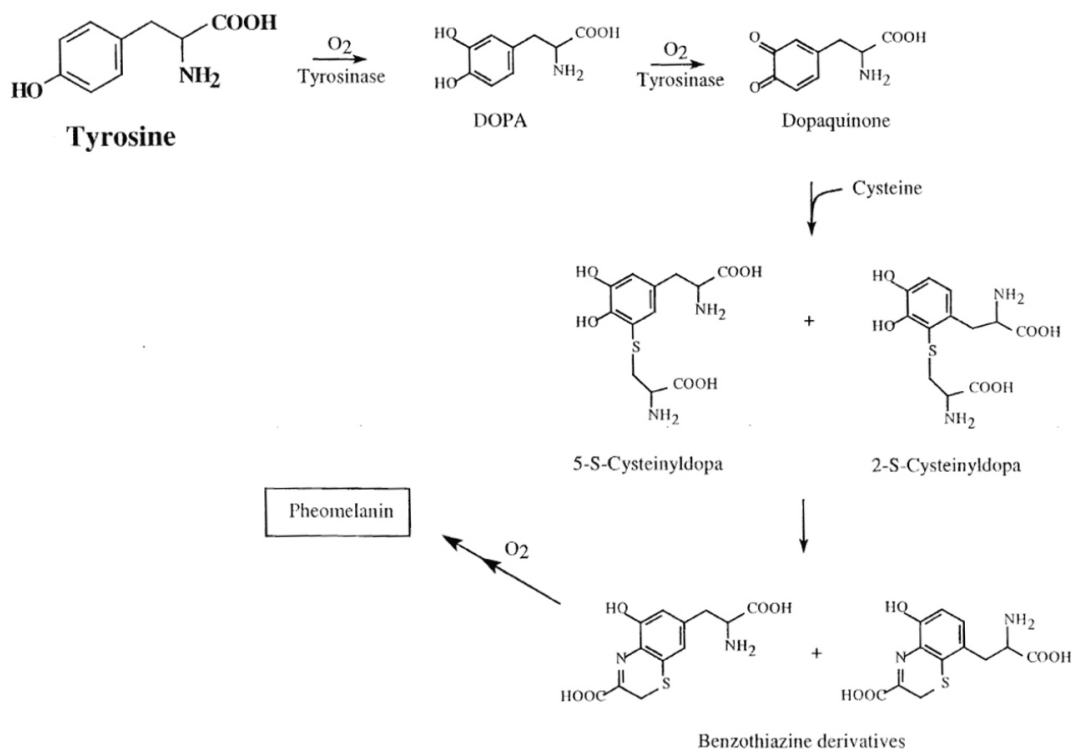
3.5. Феомеланин

Феомеланин связан с более светлыми, жёлто-оранжевыми и рыжими оттенками волоса. Он образуется при участии цистеина и содержит серосодержащие структурные фрагменты [4], [7].



Этапы формирования феомеланина

Рыжие волосы обычно характеризуются значительно более выраженным вкладом феомеланина по сравнению с большинством тёмных и рыжих волос. При этом даже рыжий цвет не следует понимать как присутствие одного «рыжего пигмента». Натуральный рыжий оттенок формируется сложной смесью феомеланина, определённого количества эумеланина, распределения пигмента и оптических свойств волокна [3], [7].



Феомеланин отличается от эумеланина не только цветом, но и фотохимическим поведением. Светлые и рыжие волосы, в которых относительная роль феомеланина выше, обычно менее устойчивы к воздействию ультрафиолета и фотодegradации [6], [7].

Для колористики это означает, что натуральная теплота волоса не сводится к простому «жёлтому» или «оранжевому» пигменту. Визуальный тёплый фон связан с биохимией меланинов, остаточными продуктами их изменения и оптикой повреждённого или осветлённого волоса.

3.6. Меланосомы: форма, размер и распределение

Меланин в волосе находится не в виде равномерно растворённой краски. Он упакован в меланосомы — пигментные гранулы, которые включаются в структуру растущего волоса [2], [4].

Размер, форма, количество и распределение меланосом влияют на видимый цвет волоса. Исследования показывают, что цветовые параметры волоса связаны не только с общим количеством меланина, но и с морфологией меланосом [8].

Меланосомы могут различаться по форме и плотности пигментации. В тёмных волосах пигментная система обычно более плотная, а суммарное содержание меланина выше. В более светлых волосах количество меланина ниже, а оптическая плотность кортекса меньше [3], [8].

Это объясняет, почему натуральный цвет нельзя точно описать только через «процент эумеланина» или «процент феомеланина». Важны не только химические типы пигмента, но и их физическая упаковка внутри волокна.

3.7. Почему натуральный цвет не является чистым цветом

Натуральный цвет волоса не является чистым спектральным цветом. Чёрный, каштановый, русый, блонд, медный и рыжий — это визуальные категории, которые возникают из сложного сочетания поглощения и рассеивания света [1], [5].

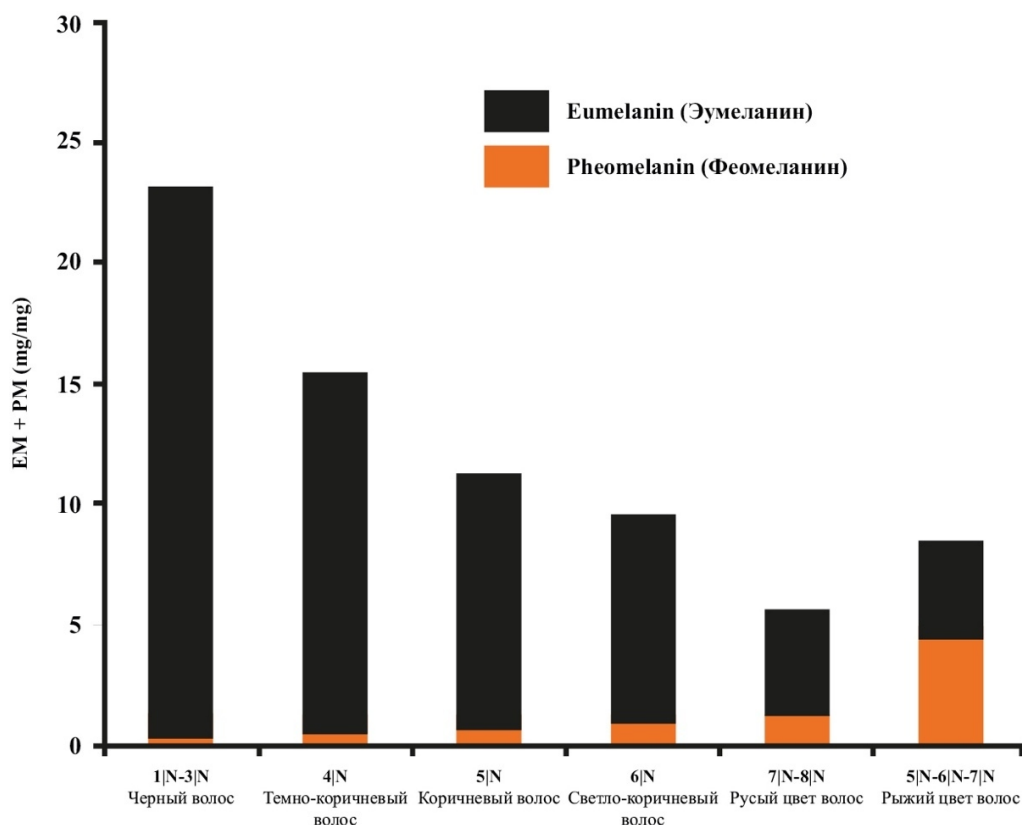
Меланин поглощает часть света. Кутикула и кортекс рассеивают свет. Поверхность волоса создаёт зеркальное отражение, которое воспринимается как блеск. Внутренние структуры волоса создают диффузное отражение, которое влияет на ощущение глубины и мягкости оттенка [1], [5].

Поэтому два волоса с похожим количеством пигмента могут выглядеть по-разному. Один может казаться более плотным и глубоким, другой — более прозрачным или мутным. На это влияет не только пигмент, но и состояние поверхности, диаметр волоса, плотность кортекса, количество микроповреждений и способность волоса отражать свет [1], [5], [8].

В профессиональном окрашивании это особенно важно. При осветлении натуральный пигмент меняется, но одновременно меняется и структура волоса. Повреждение поверхности и внутреннее рассеивание света могут делать оттенок менее чистым даже тогда, когда пигмента стало меньше.

3.8. Уровень глубины тона и биохимическая реальность

Парикмахерская шкала уровня глубины тона описывает видимую светлоту волоса. Она помогает ориентироваться в практике, но не является прямой биохимической шкалой количества меланина.



Соотношение феомеланина и эумеланина в волосах различной светлоты (УГТ) с учетом исследований S.Ito и K.Vakamatsu.

Более тёмные волосы обычно содержат больше меланина, прежде всего эумеланина. Более светлые волосы обычно содержат меньше суммарного меланина. Однако между уровнем глубины тона и химическим составом нет простой линейной зависимости [3], [8].

Один и тот же визуальный уровень может быть получен разными сочетаниями факторов: разным количеством меланина, разным соотношением эумеланина и феомеланина, разным распределением меланосом, разной толщиной волоса и разными оптическими свойствами поверхности [1], [3], [8].

Поэтому уровень глубины тона следует рассматривать как профессиональную визуальную координату, а не как точное химическое измерение. Он показывает, как волос воспринимается глазом, но не раскрывает полностью, из каких пигментов и структурных условий сформировано это восприятие.

3.9. Почему натуральный фон не равен одному пигменту

В профессиональной среде часто используют выражение «фон осветления». Оно удобно, но может создавать ошибочное представление, будто на каждом уровне существует один конкретный остаточный пигмент: красный, оранжевый или жёлтый.

На самом деле натуральный цвет волоса формируется комплексом меланинов и оптических факторов. При окислительном воздействии меланины не исчезают как единая окрашенная молекула. Они частично разрушаются, меняют структуру, образуют промежуточные продукты и изменяют способность волоса поглощать и рассеивать свет [1], [6].

Поэтому фон осветления нельзя сводить только к «остаточному феомеланину» или к одному простому пигменту. Это визуальный результат частичного изменения эумеланина, феомеланина, продуктов их окисления и оптического состояния волоса.

Эта мысль особенно важна для последующих глав. Ошибки нейтрализации часто возникают именно тогда, когда фон воспринимают как один чистый цвет, который можно механически перекрыть противоположным оттенком. В реальности мастер работает не с чистым пигментом, а со сложной оптической системой волоса.

3.10. Насыщенность, светлого и мутность натурального цвета

Натуральный цвет волоса имеет не только оттенок, но и светлоту, насыщенность и степень прозрачности. Чем выше суммарное содержание меланина, тем сильнее поглощение света и тем темнее воспринимается волос [3], [8].

Однако при уменьшении количества пигмента цвет не обязательно становится «чище». Светлые натуральные волосы могут выглядеть мягкими, прозрачными или приглушёнными, потому что в них ниже оптическая плотность пигмента, а роль рассеивания света становится заметнее [5], [8].

Повреждение поверхности и внутренней структуры дополнительно усиливает рассеивание. Поэтому после осветления волос может стать светлее, но визуально не обязательно более чистым. Он может выглядеть менее насыщенным, более матовым или «пыльным», даже если количество пигмента уменьшилось [1], [6].

Таким образом, светлота и чистота цвета — разные параметры. Уменьшение пигмента повышает светлоту, но не гарантирует высокой визуальной чистоты.

3.11. Седина как особый случай натурального цвета

Седые и белые волосы связаны с резким снижением или отсутствием меланиновой пигментации в растущем волосе. Это не означает, что седой волос является «пустым» в полном смысле. Он сохраняет белковую, липидную и межклеточную структуру, но содержит меньше пигмента или практически не содержит его [2], [9].

Оптическое восприятие седины связано не только с отсутствием меланина. Свет проходит и рассеивается в волокне иначе, чем в пигментированных волосах. Поэтому седые волосы могут выглядеть белыми, серебристыми, серыми, прозрачными или желтоватыми в зависимости от структуры, толщины, состояния поверхности, внешних загрязнений и освещения [1], [5].

В окрашивании седина отличается не только цветом. Часто она иначе взаимодействует с красителем из-за особенностей поверхности, толщины, гидрофобности, плотности и индивидуального состояния волоса. Поэтому объяснение «седина — это пустой волос» является слишком грубым и химически недостаточным.

3.12. Распространённые упрощения

Первое упрощение — считать, что натуральный цвет волоса создаётся одним пигментом. В действительности он формируется сочетанием эумеланина, феомеланина, меланосом и оптических свойств волокна [3], [4], [8].

Второе упрощение — считать, что фон осветления является только остаточным феомеланином. Фон связан с частичным изменением разных меланинов, продуктами их окисления и светорассеиванием в волосе [1], [6].

Третье упрощение — считать уровень глубины тона химической величиной. Уровень глубины тона является визуально-практической координатой, а не прямым лабораторным измерением количества меланина.

Четвёртое упрощение — считать седой волос пустым. Седой волос может быть беден меланином, но он сохраняет структуру, барьерные свойства и индивидуальные особенности материала [1], [2].

Пятое упрощение — считать, что осветление всегда делает цвет чище. Осветление уменьшает количество пигмента, но одновременно меняет структуру волоса и может усиливать рассеивание света, матовость и приглушённость оттенка [1], [6].

3.13. Выводы

Натуральный цвет волоса определяется не одним фактором, а сочетанием биохимии меланина и оптики волокна.

Основными пигментами волоса являются эумеланин и феомеланин.

Эумеланин связан с коричнево-чёрной плотностью цвета, феомеланин — с жёлто-рыжими и красноватыми оттенками.

Меланин находится в волосе не как равномерная краска, а в форме меланосом.

Количество, тип, форма и распределение меланосом влияют на видимый цвет.

Уровень глубины тона является профессиональной визуальной координатой, но не точным химическим измерением.

Фон осветления нельзя сводить к одному остаточному пигменту. Это визуальный результат частичного изменения меланинов, продуктов их окисления и оптического состояния волоса.

Седой волос не является пустым материалом. Он беден меланином, но сохраняет структуру и может по-разному взаимодействовать с красителем.

Понимание натурального цвета требует учитывать не только пигмент, но и то, как свет проходит через волос, поглощается, рассеивается и отражается от его поверхности.

Научные источники

[1] Robbins C. R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. 5th ed. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-25611-0.

[2] Slominski A., Wortsman J., Plonka P. M., Schallreuter K. U., Paus R., Tobin D. J. Hair follicle pigmentation. *Journal of Investigative Dermatology*. 2005;124(1):13–21. DOI: 10.1111/j.0022-202X.2004.23528.x.

[3] Ito S., Wakamatsu K. Diversity of human hair pigmentation as studied by chemical analysis of eumelanin and pheomelanin. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2011;25(12):1369–1380. DOI: 10.1111/j.1468-3083.2011.04278.x.

[4] Wakamatsu K., Zippin J. H., Ito S. Chemical and biochemical control of skin pigmentation with special emphasis on mixed melanogenesis. *Pigment Cell & Melanoma Research*. 2021;34(4):730–747. DOI: 10.1111/pcmr.12970.

[5] Huang X., Yu P., Tan O. B., et al. Review of human hair optical properties in possible relation to melanoma development. *Journal of Biomedical Optics*. 2018;23(5):050901. DOI: 10.1117/1.JBO.23.5.050901.

[6] Lee W. S. Photoaggravation of hair aging. *International Journal of Trichology*. 2009;1(2):94–99. DOI: 10.4103/0974-7753.58551.

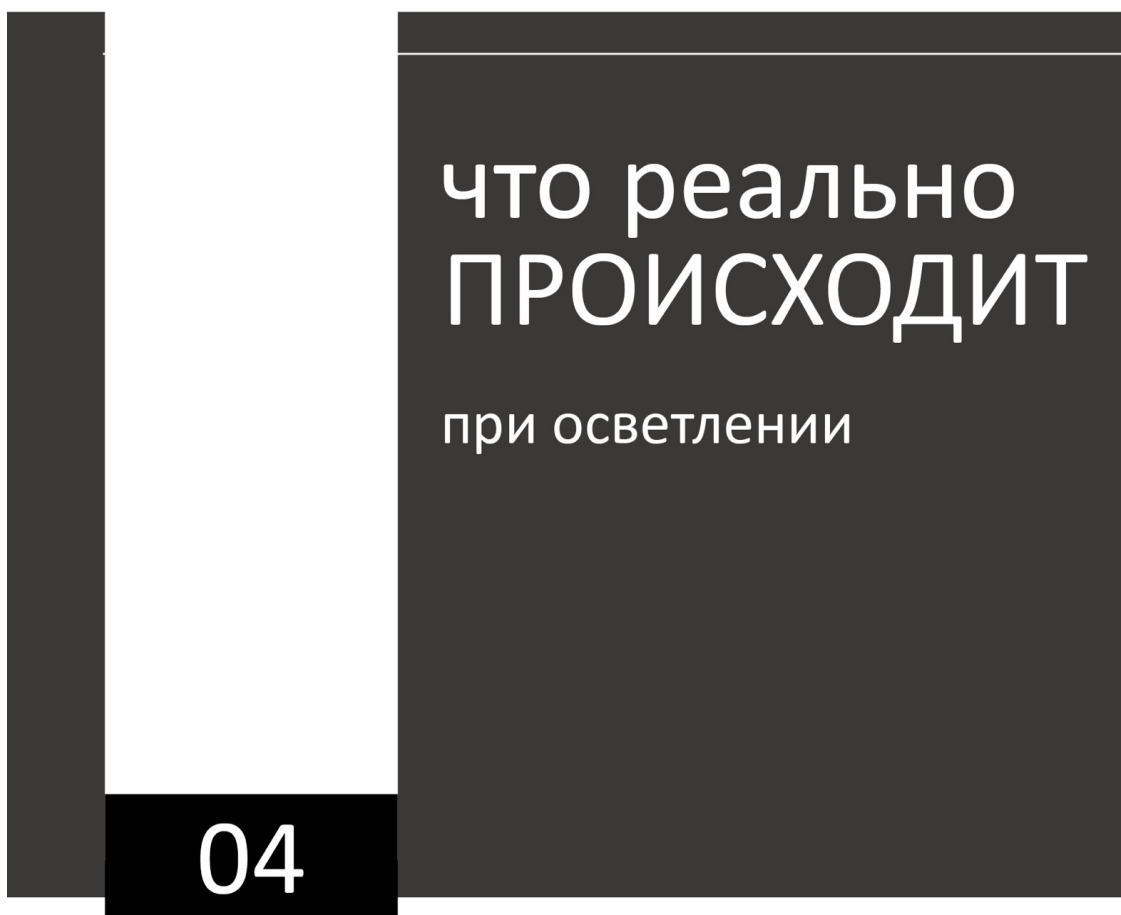
[7] d'Ischia M., Wakamatsu K., Cicoira F., Di Mauro E., Garcia-Borron J. C., Commo S., Galván I., Ghanem G., Koike K., Meredith P., et al. Melanins and melanogenesis: from pigment cells to human health and technological applications. *Pigment Cell & Melanoma Research*. 2015;28(5):520–544. DOI: 10.1111/pcmr.12393.

[8] Itou T., Ito S., Wakamatsu K. Effects of Aging on Hair Color, Melanosome Morphology, and Melanin Composition in Japanese Females. *International Journal of Molecular Sciences*. 2019;20(15):3739. DOI: 10.3390/ijms20153739.

[9] Tobin D. J. The cell biology of human hair follicle pigmentation. *Pigment Cell & Melanoma Research*. 2011;24(1):75–88. DOI: 10.1111/j.1755-148X.2010.00803.x.

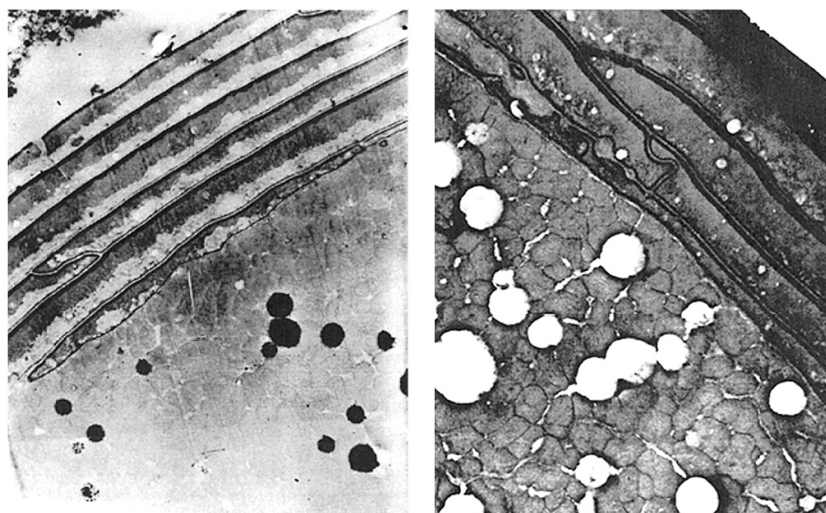
[10] Roldan-Kalil J, Zueva L, Alves J, Tsytsarev V, Sanabria P, Inyushin M. Amount of Melanin Granules in Human Hair Defines the Absorption and Conversion to Heat of Light Energy in the Visible Spectrum. *Photochem Photobiol*. 2023 Jul-Aug;99(4):1092-1096. doi: 10.1111/php.13744. Epub 2022 Dec 13. PMID: 36403200; PMCID: PMC10199145.

ГЛАВА 4. Что реально происходит при осветлении



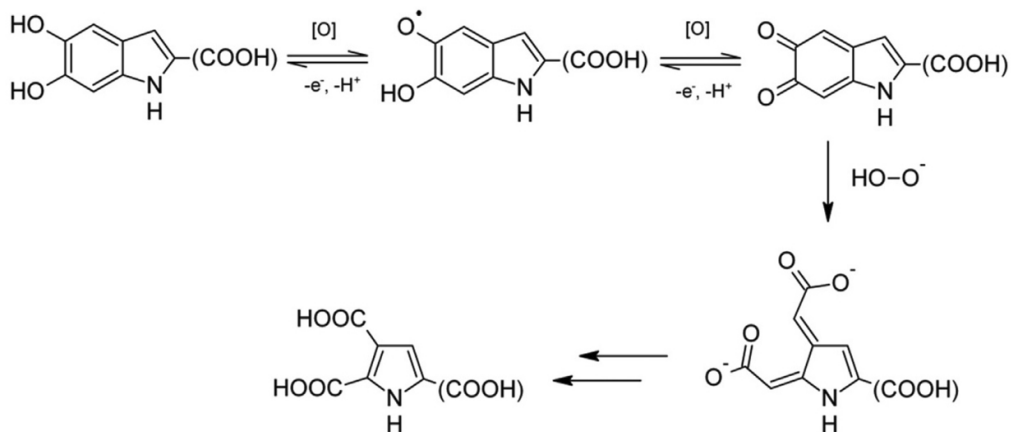
4.1. Осветление как химическое изменение волоса

Осветление волос часто описывают как «удаление пигмента». Это выражение удобно, но не вполне точно. При осветлении натуральный пигмент не извлекается из волоса как инородное вещество. Он подвергается химическому изменению: его молекулярная структура окисляется, разрушается, теряет способность интенсивно поглощать видимый свет и постепенно перестаёт давать прежнюю оптическую плотность [1], [2], [3].



Волос до обесцвечивания

Волос после обесцвечивания



Обобщенная и упрощенная схема обесцвечивания меланина, показывающая, как мономерная единица 5,6-дигидроксииндола (DHI), составляющая меланин, может быть окислена в конечном итоге до пиррольной кислоты.

Главная цель осветления — уменьшить способность меланина окрашивать волос. Но процесс затрагивает не только пигмент. В условиях щелочной среды, перекиси водорода и, в случае порошковых осветляющих систем, персульфатов меняется не только цвет, но и сам материал

волоса: кутикула, СМС, белковые структуры, дисульфидные связи и гидрофильность волокна [1], [4], [5].

Поэтому осветление не является нейтральным «обнулением» цвета. Это химическая операция, в которой желаемое разрушение меланина всегда сопровождается определённой нагрузкой на кератиновую и липидную структуру волоса.

4.2. Почему натуральный пигмент нельзя просто «вымыть»

Меланин находится внутри волоса не как краска на поверхности. Он расположен в меланосомах, включённых в структуру кортекса. Эти пигментные гранулы являются частью сформированного волосяного волокна [1], [6].

Поэтому натуральный пигмент невозможно удалить простым шампунем, водой или поверхностной очисткой. Чтобы волос стал светлее, необходимо химически изменить меланин внутри структуры. Именно поэтому натуральный цвет осветляется окислительными системами, а не обычным очищением.

При осветлении перекись водорода и активные формы кислорода воздействуют на меланиновые структуры. Пигмент постепенно теряет способность поглощать свет в прежнем диапазоне, и волос визуально становится светлее [2], [3].

Визуальное осветление — это не исчезновение всего пигмента, а изменение его оптического поведения.

4.3. Роль щелочной среды

Перекись водорода сама по себе может участвовать в окислительных процессах, но в косметическом осветлении особенно важна щелочная среда. Щёлочь повышает набухание волоса, увеличивает его проницаемость и создаёт условия для более активного действия перекиси водорода [1], [2].

В щелочной среде часть перекиси водорода переходит в более реакционноспособные формы. Для осветления меланина важны активные кислородные частицы, включая гидропероксид-анион и радикальные формы, которые могут участвовать в окислении меланиновых структур [3].

При этом щелочная среда действует не только на пигмент. Она меняет физическое состояние волоса: повышает набухание, влияет на заряд белковых групп, облегчает проникновение компонентов и увеличивает нагрузку на кутикулу и межклеточные структуры [1], [4].

Именно поэтому щёлочность в осветлении — это не просто «открытие чешуек». Это изменение химико-физического состояния волокна и условий, в которых протекает окисление меланина.

4.4. Перекись водорода и активные формы кислорода

Перекись водорода является главным окислителем в большинстве систем осветления. Её задача — окислить структуры меланина и снизить способность пигмента поглощать свет [1], [2], [3].

Исследования механизма осветления меланина щелочной перекисью водорода показывают, что в процессе могут участвовать разные активные формы кислорода. Smith и соавторы описали роль гидроксильного радикала и гидропероксид-аниона в обесцвечивании меланина и предложили модель, согласно которой разные активные частицы могут последовательно усиливать разрушение меланиновой структуры [3].

В практическом смысле это означает, что осветление — не механическое «выедание цвета», а цепь окислительных превращений. Меланин постепенно теряет свою исходную структуру, формирует промежуточные продукты, меняет спектр поглощения и визуально становится менее тёмным.

Чем активнее окислительная система, тем быстрее может идти осветление. Но одновременно возрастает риск побочного окисления белков, липидов и других структур волоса [4], [5], [7].

4.5. Зачем в порошковых осветляющих системах нужны персульфаты

В классических порошковых осветляющих системах перекись водорода часто сочетается с персульфатами. Персульфаты усиливают окислительную способность системы и позволяют получить более выраженное осветление по сравнению с одной только перекисью водорода в кремовой краске или слабых осветляющих составах [1], [4].

Порошковые осветляющие препараты применяются тогда, когда требуется разрушить значительное количество натурального или искусственного пигмента. Их эффективность связана с более активной окислительной средой. Но высокая эффективность одновременно означает более высокую нагрузку на структуру волоса.

Исследования воздействия различных осветляющих систем на ультраструктуру волоса показывают, что более сильные порошковые осветляющие системы вызывают более выраженные структурные изменения по сравнению с более мягкими lightener-системами [5].

Поэтому порошковое осветление не следует рассматривать как «просто более сильную краску». Это отдельный тип химического воздействия с другой интенсивностью, другим уровнем риска и другими последствиями для материала волоса.

4.6. Как меняется меланин при осветлении

Меланин является сложной полимерной системой. Он не разрушается как одна простая молекула. При осветлении происходит постепенная окислительная модификация различных участков пигмента. Часть хромофорных структур разрушается, часть превращается в промежуточные продукты, часть остаётся в изменённом виде [2], [3], [6].

Именно поэтому тёмный волос при осветлении проходит через последовательные визуальные стадии: тёмно-коричневый, красно-коричневый, оранжевый, жёлто-оранжевый, жёлтый, бледно-жёлтый. Эти стадии не следует понимать как появление одного чистого пигмента на каждом уровне. Они являются визуальным результатом частичного разрушения меланинов, изменения их спектра поглощения и изменения оптики волоса [1], [2], [6].

Эумеланин и феомеланин отличаются по строению и устойчивости. Тёмные волосы с большим содержанием эумеланина требуют более активного и продолжительного окислительного воздействия для заметного осветления [2], [6]. Однако при разрушении эумеланина волос не становится сразу нейтрально-серым или бесцветным. Переход идёт через тёплые стадии, потому что изменённые продукты меланина и рассеивание света дают остаточный визуальный фон.

4.7. Фон осветления как визуальный результат, а не один пигмент

Фон осветления часто воспринимают как конкретный остаточный цвет: красный, оранжевый или жёлтый. В профессиональной работе такая шкала удобна, но химически она является упрощением.



Фон осветления — это не один пигмент. Это визуальный результат нескольких факторов:
частично изменённого эумеланина;
частично изменённого феомеланина;
продуктов окисления меланина;

остаточного поглощения света;
рассеивания света в повреждённой структуре волоса;
состояния кутикулы и кортекса.

Поэтому фон осветления нельзя полностью объяснить фразой «это остаточный феомеланин». На высоких уровнях светлоты вклад феомеланина может быть уже существенно снижен, но волос всё равно может выглядеть жёлтым из-за продуктов окисления, слабого остаточного поглощения и оптического рассеивания в осветлённом волокне [1], [2], [6].

Это объясняет, почему механическая нейтрализация по принципу «видим жёлтый — добавляем фиолетовый» не всегда даёт чистый результат. Мастер работает не с чистой жёлтой краской внутри волоса, а со сложной оптической и химической системой.

4.8. Почему осветление становится всё менее эффективным

На ранних этапах осветления изменение цвета может быть заметным: тёмный волос быстро теряет глубину, становится красно-коричневым, затем оранжевым и жёлтым. Но по мере приближения к высоким уровням светлоты дальнейшее осветление часто даёт всё меньший визуальный прирост [1], [2].

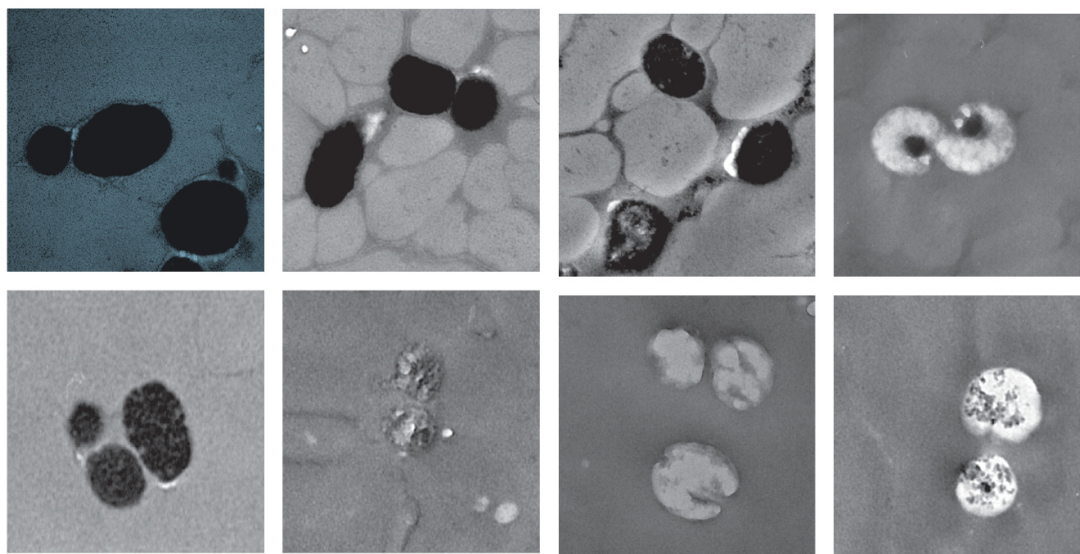
Это связано с несколькими причинами. Во-первых, значительная часть легко изменяемых хромофорных структур уже разрушена. Во-вторых, оставшиеся продукты поглощения и рассеивания могут давать слабую жёлтую или бежевую оптическую вуаль. В-третьих, дальнейшее окисление всё сильнее затрагивает не только пигмент, но и белково-липидную структуру волоса [4], [7], [8].

Поэтому на высоких уровнях светлоты появляется важное ограничение: дополнительные минуты или повторное осветление могут давать больше структурного повреждения, чем видимого улучшения цвета.

Это одна из причин, почему стремление любой ценой получить «белый» волос часто заканчивается снижением прочности, эластичности, блеска и качества полотна. Визуально волос может казаться немного светлее, но материал становится значительно хуже как основа для последующего тонирования.

4.9. Что происходит со структурой волоса при осветлении

При осветлении изменяется не только меланин. Окислительная система воздействует на белки, дисульфидные связи, липиды, СМС и поверхность волоса [1], [4], [5], [7].



*Процесс уничтожения натурального пигмента темных волос 5 и 7 УГТ
обесцвечивающими препаратами*

Grosvenor и соавторы показали, что peroxide-persulfate bleaching вызывает не только желаемую потерю меланина, но и нецелевое окислительное повреждение по всему волокну, включая кортекс [4]. В исследовании отмечено увеличение повреждения белков и изменения, связанные с интенсивностью обесцвечивания.

Imai, изучая ультраструктуру волоса после разных осветляющих систем, показал, что более сильные осветлители вызывают выраженные изменения структуры волоса, включая изменения меланиновых гранул и повреждение внутренних участков [5].

Kuzuhara с помощью Raman-спектроскопии описал изменения дисульфидных групп и вторичной структуры кератина в чёрных волосах после обесцвечивания [8]. Эти данные важны, потому что подтверждают: осветление меняет не только видимый цвет, но и внутреннюю организацию кератинового материала.

4.10. Цистеиновая кислота как маркер окислительного повреждения

Один из важных признаков окислительного повреждения волоса — образование цистеиновой кислоты. Она появляется при окислительном расщеплении дисульфидных связей кератина [7].

Suzuta и соавторы исследовали образование цистеиновой кислоты в обесцвеченных волосах с помощью инфракрасной спектроскопии и показали, что её количество увеличивается с временем обесцвечивания. Исследование также указывает на диффузионно-контролируемый характер этого процесса [7].

Для понимания осветления это принципиально важно. Когда меланин становится светлее, одновременно может происходить необратимое изменение белковой структуры. Цистеиновая кислота не является «временным состоянием» волоса. Она отражает химическое повреждение, которое нельзя просто закрыть маской или кондиционером.

Косметический уход может улучшить ощущение, блеск, скольжение и временно снизить ломкость за счёт плёнообразования, катионных компонентов, силиконов, аминокислот, протеинов и липидных систем. Но он не возвращает исходные дисульфидные связи в их прежнее состояние после сильного окислительного разрушения.

4.11. Почему волос после осветления становится другой основой для тонирования

Осветлённый волос отличается от натурального не только цветом. Он обычно имеет более высокую гидрофильность, изменённую поверхность, частично нарушенный липидный слой, изменённый СМС, повышенную пористость и повреждённые белковые структуры [1], [4], [7], [8].

Это меняет поведение последующего красителя. Осветлённые участки могут быстрее принимать молекулы, сильнее захватывать холодные и прямые пигменты, быстрее затемняться при тонировании и быстрее терять оттенок после мытья.

Чем сильнее осветление и повреждение, тем меньше волос ведёт себя как ровная основа. Он становится неоднородным материалом, где разные зоны длины могут иметь разную проницаемость и разную способность удерживать цвет.

Поэтому при тонировании после осветления важно учитывать не только фон, но и состояние структуры. Один и тот же фиолетовый, пепельный или бежевый оттенок может проявиться по-разному на корне, середине длины и концах, даже если визуально они близки по светлоте.

4.12. Почему осветление не равно созданию чистой базы

В профессиональной речи часто говорят «вывести в чистую базу». Это выражение удобно, но требует уточнения. Осветление может повысить светлоту волоса, но не всегда создаёт химически и оптически чистую основу.

На осветлённой базе могут сохраняться:

- остаточные продукты окисления меланина;
- неравномерное распределение светлоты;
- повреждение кутикулы;
- усиленное рассеивание света;
- разная пористость по длине;
- остатки искусственных пигментов, если волос ранее окрашивался;
- следы металлов или косметических продуктов.

Поэтому чистая база — это не только высокий уровень светлоты. Это сочетание достаточной светлоты, равномерности, контролируемого фона и приемлемого состояния структуры.

Без этого последующее тонирование может дать мутность, серость, пятнистость, быструю потерю оттенка или неожиданное затемнение.

4.13. Распространённые упрощения

Первое упрощение — считать, что осветление просто удаляет пигмент. В действительности оно окислительно изменяет меланин и снижает его способность поглощать свет [2], [3].

Второе упрощение — считать, что фон осветления является одним остаточным пигментом. Фон является визуальным результатом изменения меланинов, продуктов окисления и оптики волоса [1], [2], [6].

Третье упрощение — считать, что чем дольше держать осветляющий состав, тем чище будет цвет. На высоких уровнях светлоты дальнейшее воздействие может давать больше повреждения, чем полезного изменения цвета [4], [7], [8].

Четвёртое упрощение — считать, что порошковый осветлитель отличается от красителя только силой. Порошковые системы с персульфатами имеют другую окислительную интенсивность и другой профиль риска [1], [4], [5].

Пятое упрощение — считать, что после осветления волос становится просто светлее. На самом деле он становится химически другим материалом, с изменённой проницаемостью, гидрофильностью, белковой структурой и оптическим поведением [4], [7], [8].

4.14. Выводы главы

Осветление волос — это окислительное изменение меланина, а не механическое удаление пигмента.

Натуральный пигмент расположен внутри структуры волоса, поэтому его нельзя просто смыть или извлечь поверхностной очисткой.

Щелочная среда повышает набухание и проницаемость волоса, а также создаёт условия для более активного действия перекиси водорода.

Перекись водорода и активные формы кислорода изменяют меланин, снижая его способность интенсивно поглощать видимый свет.

Персульфаты усиливают действие осветляющих систем, но повышают нагрузку на структуру волоса.

Фон осветления является не одним остаточным пигментом, а визуальным результатом частичного разрушения меланинов, продуктов окисления и рассеивания света.

На высоких уровнях светлоты дальнейшее осветление часто даёт всё меньший визуальный прирост и всё больший риск структурного повреждения.

Обесцвечивание затрагивает не только меланин, но и белки, дисульфидные связи, СМС, липиды и поверхность волоса.

Цистеиновая кислота является одним из маркеров необратимого окислительного повреждения кератина.

Осветлённый волос становится другой химической основой для тонирования: более чувствительной, более проницаемой и менее предсказуемой.

Научные источники

Robbins C. R. *Chemical and Physical Behavior of Human Hair*. 5th ed. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012. DOI: 10.1007/978-3-642-25611-0.

Ito S., Wakamatsu K. Diversity of human hair pigmentation as studied by chemical analysis of eumelanin and pheomelanin. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*. 2011;25(12):1369–1380. DOI: 10.1111/j.1468-3083.2011.04278.x.

Smith R. A. W., Garrett B., Naqvi K. R., Fülöp A., Godfrey S. P., Marsh J. M., Chechik V. Mechanistic insights into the bleaching of melanin by alkaline hydrogen peroxide. *Free Radical Biology and Medicine*. 2017;108:110–117. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2017.03.014.

Grosvenor A. J., Deb-Choudhury S., Middlewood P. G., Thomas A., Lee E., Vernon J. A., Woods J. L., Clerens S. The physical and chemical disruption of human hair after bleaching: studies by transmission electron microscopy and redox proteomics. *International Journal of Cosmetic Science*. 2018;40(6):536–548. DOI: 10.1111/ics.12495.

Imai T. The influence of hair bleach on the ultrastructure of human hair with special reference to hair damage. *Okajimas Folia Anatomica Japonica*. 2011;88(1):1–9. DOI: 10.2535/ofaj.88.1.

d'Ischia M., Wakamatsu K., Cicoira F., Di Mauro E., Garcia-Borron J. C., Commo S., Galván I., Ghanem G., Koike K., Meredith P., et al. Melanins and melanogenesis: from pigment cells to human health and technological applications. *Pigment Cell & Melanoma Research*. 2015;28(5):520–544. DOI: 10.1111/pcmr.12393.

Suzuta K., Watanabe K., Maeda T., Ito L. Evaluation of Cysteic Acid in Bleached Hair Using Infrared Spectroscopy. *Journal of Fiber Science and Technology*. 2016;72(1):1–8. DOI: 10.2115/fiberst.2016-0004.

Kuzuhara A. Analysis of internal structure changes in black human hair keratin fibers resulting from bleaching treatments using Raman spectroscopy. *Journal of Molecular Structure*. 2013;1047:186–193. DOI: 10.1016/j.molstruc.2013.04.079.

ГЛАВА 5. Окислительный краситель. Как создаётся искусственный пигмент.

ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ КРАСИТЕЛЬ

**как создается
искусственный
пигмент**

05

5.1. Почему окислительный краситель не является готовой краской

Окислительный краситель для волос нельзя понимать как готовый цвет, который просто переносится из тюбика на волос. В большинстве классических перманентных и демиперманентных систем конечный цвет формируется уже во время процедуры: после смешивания красителя с окислителем и нанесения состава на волосы.

В тюбике находятся не только окрашенные вещества. Основу окислительного красителя составляют небольшие реакционноспособные молекулы: прекурсоры и муфты. До реакции они могут быть бесцветными, слабоокрашенными или не похожими на тот оттенок, который должен получиться на волосах. После смешивания с перекисью водорода в щелочной среде они вступают в реакции окисления и сочетания, образуя окрашенные хромофорные структуры [1], [2], [3].

Поэтому окислительный краситель — это не слой краски поверх волоса, а реакционная система. Её результат зависит от состава красителя, типа окислителя, pH, щелочного агента, времени выдержки, температуры, состояния волоса, пористости, исходного фона и способности молекул проникать внутрь волокна [1], [2], [3].

Такое понимание принципиально меняет профессиональный подход. Мастер работает не просто с номером оттенка. Он работает с химической системой, которая должна создать цвет в конкретном материале волоса.

5.2. Две части окислительной системы

Классический окислительный краситель существует как система из двух частей.





Первая часть — красительная основа. Обычно это крем, гель или жидкая основа, которая содержит прекурсоры, муфты, щелочной агент, эмульсионную базу, растворители, антиоксиданты, стабилизаторы, хелаторы, загустители, отдушку и кондиционирующие компоненты.

Вторая часть — окислитель, или developer. Обычно это водная или кремовая система на основе перекиси водорода. В ней также могут присутствовать стабилизаторы пероксида, регуляторы pH, эмульгаторы, загустители и кондиционирующие добавки.

Эти две части хранятся отдельно не случайно. Если соединить прекурсоры, муфты, щелочную среду и перекись водорода заранее, реакция начнётся до нанесения на волосы. Продукт потеряет стабильность, часть компонентов преждевременно окислится, а результат станет менее предсказуемым.

Поэтому смесь готовят непосредственно перед процедурой. После соединения красителя с окислителем начинается ограниченное по времени окно активности. В это время должны произойти несколько процессов: набухание волоса, диффузия малых молекул, окисление прекурсоров, реакция с муфтами, образование окрашенных продуктов и частичное изменение натурального меланина [1], [2], [3].

5.3. Красительная основа: что находится в тюбике

Крем-краситель — это не просто смесь «пигментов». Он представляет собой косметическую рецептурную систему, где каждая группа компонентов выполняет свою функцию.

В красительной основе можно выделить несколько слоёв:

Первый слой — активная красительная часть. Сюда относятся прекурсоры и муфты. Именно они участвуют в образовании искусственного хромофора.

Второй слой — щелочная система. Она создаёт pH, необходимый для набухания волоса, повышения проницаемости и запуска окислительных реакций. В разных формулах это может быть ammonia/ammonium hydroxide, monoethanolamine, aminomethyl propanol или другие щелочные агенты.

Третий слой — эмульсионная и растворительная база. Она удерживает компоненты в стабильной форме, помогает равномерному распределению продукта и обеспечивает удобную текстуру для нанесения.

Четвёртый слой — стабилизаторы, антиоксиданты и хелаторы. Они помогают сохранить формулу до момента применения, снизить преждевременное окисление компонентов и уменьшить влияние следовых металлов.

Пятый слой — косметическая поддержка. Это кондиционирующие вещества, полимеры, жирные спирты, отдушка и компоненты, которые улучшают нанесение, смывание, тактильное ощущение и внешний вид волос после процедуры.

Такая структура показывает, что краситель нельзя оценивать только по активным молекулам. Цвет создают прекурсоры, муфты и окислитель, но управляемость продукта создаёт вся формула.

Ingredient/INCI Name	Функция	Процент ввода
Первая фаза		
Cetearyl Alcohol Dicetyl Phosphate Ceteth-10 Phosphate	Эмульгатор	15%
PPG-15 Stearyl Ether	Эмомент	0,8%
Steareth-100	Соэмульгатор Моющее средство	0,7%

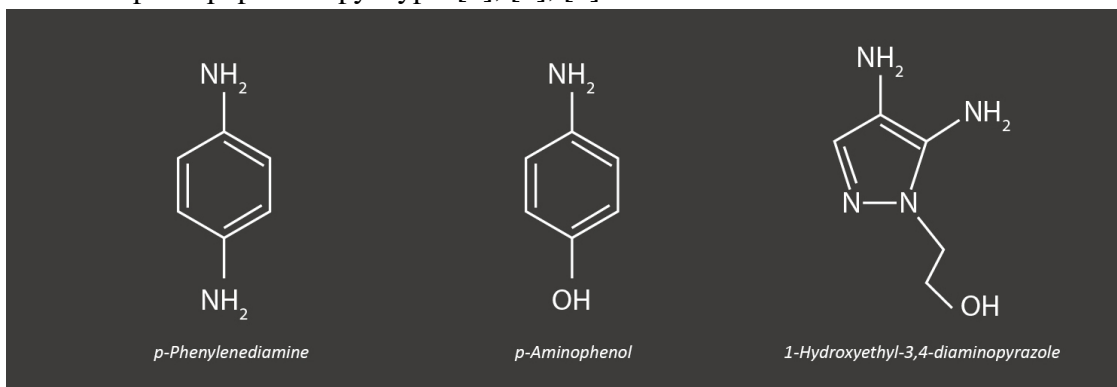
Ingredient/INCI Name	Функция	Процент ввода
Вторая фаза		
Water	Растворитель	До 100%
Toluene 2,5-diamine sulfate	Краситель	0,5%
m-Aminophenol	Краситель	0,1%
2,4-Diaminophenoxyethanol Hydrochloride	Краситель	0,02%
Resorcinol	Краситель	0,2%
EDTA-2Na	Хелатирующий агент	0,1%
Sodium L-Ascorbate	Антиоксидант	0,1%
Sodium Sulfite	Антиоксидант	0,1%
Propylene Glycol	Увлажнитель	2%
Xanthan Gum	Модификатор	0,1%
Третья фаза		
Ammonium Hydroxide (28%)	Регулятор pH	1%
Четвёртая фаза		
Ammonium Hydroxide (28%)	Щелочной агент	7%

Рецепт базового красителя для волос.

5.4. Прекурсоры: первичные соединения будущего цвета

Прекурсоры, или *primary intermediates*, являются исходными веществами для образования окислительного цвета. После воздействия перекиси водорода они переходят в реакционноспособные промежуточные формы и могут вступать в реакцию с муфтами [1], [2], [3].

До реакции они обычно не имеют того финального цвета, который ожидается на волосах. Их задача — окислиться под действием перекиси водорода и перейти в реакционноспособную промежуточную форму. После этого они могут вступать в реакцию с муфтами и формировать окрашенные хромофорные структуры [1], [2], [3].



Чаще всего прекурсоры относятся к ароматическим аминам, аминам фенолам или их производным. Классические примеры:

p-Phenylenediamine;

Toluene-2,5-Diamine;

p-Aminophenol;

некоторые диаминопиразолы;

модифицированные производные p-phenylenediamine и aminophenol-систем [1], [2], [3].

Прекурсор нельзя понимать как готовый цвет. PPD не является просто «чёрным», РТД не является просто «коричневым», p-Aminophenol не является просто «медным». Их вклад раскрывается только в реакции: с какой муфтой они соединяются, в каких пропорциях, при каком рН, с каким окислителем и в какой рецептурной базе.

Поэтому корректнее говорить не «этот прекурсор даёт такой цвет», а «этот прекурсор участвует в создании определённых цветовых направлений в зависимости от реакционной пары и условий».

5.5. Что происходит с прекурсором при окислении

При смешивании красителя с окислителем перекись водорода окисляет прекурсор. Для *p*-phenylenediamine и родственных структур важной стадией является образование реакционноспособных quinonediimine-подобных промежуточных форм [1], [2], [3].

Эти промежуточные формы недолговечны. Они не являются финальным цветом. Их значение в том, что они становятся достаточно реакционноспособными, чтобы соединяться с муфтами.

Дальше возможны разные пути:

реакция с муфтой;

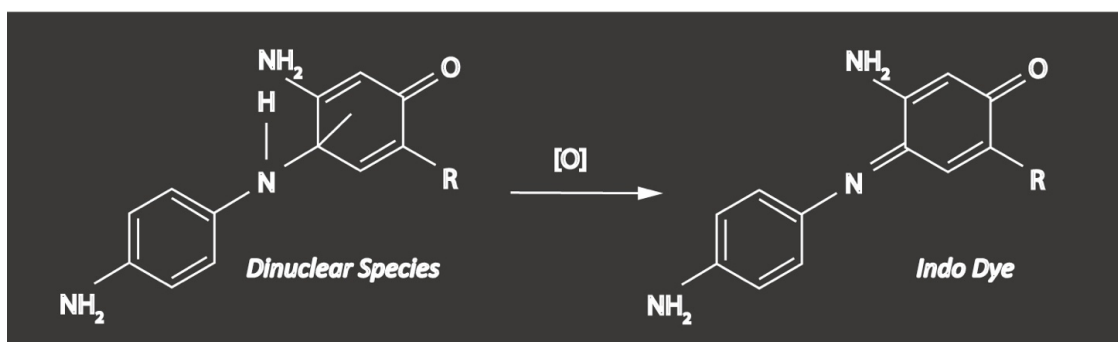
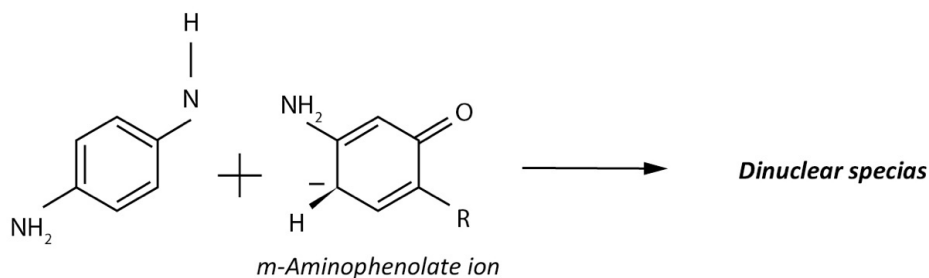
реакция с другим прекурсором;

образование димеров;

образование тримеров;

участие в более сложных цепочках окислительного сочетания;

побочные реакции при нарушенных условиях.



Именно поэтому в окислительном окрашивании нельзя думать только одной линейной схемой. Формула красителя — это сеть реакций, а не одна стрелка от «ингредиента» к «цвету».

5.6. Основные группы прекурсоров

Прекурсоры можно разделить на несколько крупных групп. Эта классификация нужна не для того, чтобы мастер запоминал все молекулы, а чтобы понимать, какие типы химических систем могут стоять за оттенком.

Основные группы прекурсоров			
Группа прекурсоров	Примеры INCI	Общая роль в системе	Важное ограничение
p-Phenylenediamine система	p-Phenylenediamine, p-Phenylenediamine Sulfate	Участвует в создании плотных тёмных, натуральных и коричневых направлений	Сильный сенсibiliзирующий потенциал; строго регулируется
Toluene-diamine система	Toluene-2,5-Diamine, Toluene-2,5-Diamine Sulfate	Может использоваться в натуральных, коричневых, русых и тёмных направлениях	Не является «безрисковой альтернативой» PPD
Aminophenol система	p-Aminophenol, o-Aminophenol	Может участвовать в тёплых, медных, красноватых и коричневых направлениях	Итог зависит от муфты и условий реакции
Diaminopyrazole система	Diaminopyrazole derivatives	Используется в некоторых современных оттеночных профилях	Оценка зависит от конкретного вещества
Модифицированные PPD-производные	Hydroxyethyl-p-Phenylenediamine Sulfate, N,N-Bis(2-Hydroxyethyl)-p-Phenylenediamine Sulfate	Могут применяться для изменения оттеночного и токсикологического профиля	Нельзя автоматически называть гипоаллергенными

Эта таблица показывает ориентировочные химические роли, а не гарантированный цвет. Итоговый результат всегда зависит от полной рецептуры и волоса.

5.7. Муфты: соединения, направляющие оттенок

Муфты, или couplers, реагируют с окисленными формами прекурсоров и направляют образование окрашенных структур. Их роль нельзя сводить к «добавлению нюанса». В реальной системе муфта участвует в построении хромофора и влияет на то, каким будет спектр поглощения света у образующегося окрашенного соединения [1], [2], [3].

К распространённым муфтам относятся:

Resorcinol;

2-Methylresorcinol;

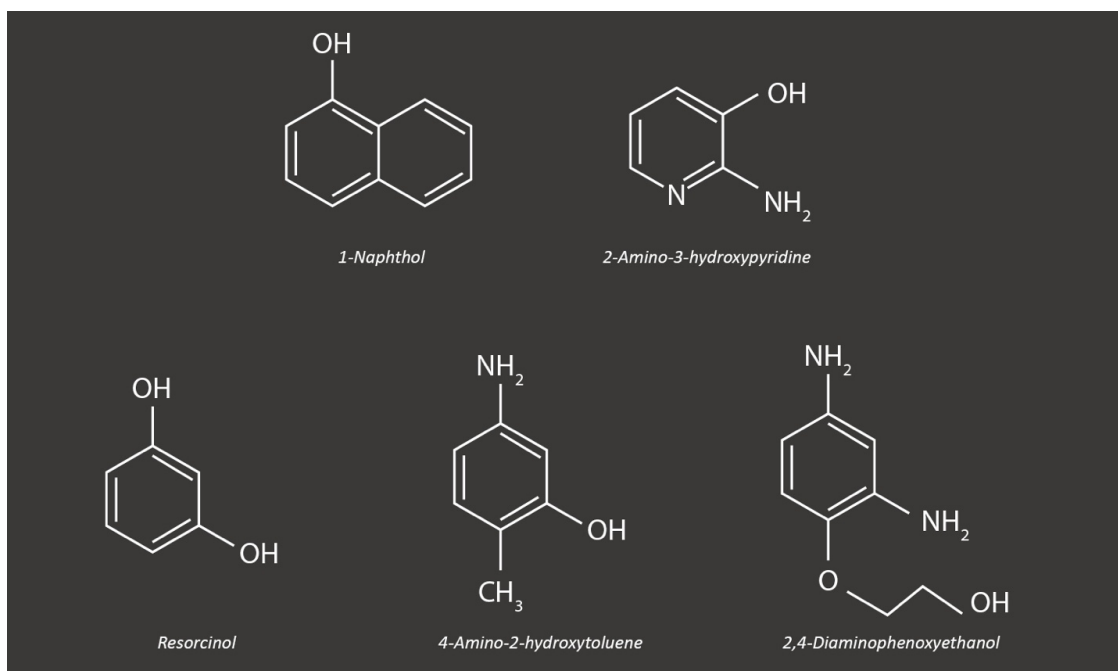
m-Aminophenol;

1-Naphthol;

4-Chlororesorcinol;

4-Amino-2-Hydroxytoluene;

некоторые pyridine-, indole- и pyrazole-производные [1], [2], [3].



Муфты работают не отдельно, а в паре с окисленными прекурсорами. Один и тот же coupler может давать разные визуальные направления в зависимости от реакционного партнёра. Один и тот же precursor также может давать разные результаты при сочетании с разными couplers.

Муфта не просто «добавляет холод» или «даёт тепло». Она меняет структуру образующегося хромофора. А структура хромофора определяет, какие участки видимого света будут поглощаться и какой цвет будет восприниматься.

Именно поэтому цвет окислительного красителя нельзя понимать как простую сумму готовых красок. Он возникает из системы реакций.

5.8. Основные группы муфт

Муфты также можно рассматривать группами.

Основные группы модификаторов			
Группа муфт	Примеры INCI	Общая роль в оттенке	Важное ограничение
Resorcinol система	Resorcinol, 2-Methylresorcinol, 4-Chlororesorcinol	Участвует в коричневых, натуральных, бежевых, холодных или тёплых направлениях в зависимости от пары	Не даёт один универсальный цвет
Aminophenol система	m-Aminophenol, 4-Amino-2-Hydroxytoluene	Может участвовать в медных, красноватых, фиолетовых, коричневых направлениях	Может быть и precursor/coupler в зависимости от системы

Основные группы модификаторов			
Группа муфт	Примеры INCI	Общая роль в оттенке	Важное ограничение
Naphthol система	1-Naphthol	Часто связана с фиолетовыми, вишнёвыми, красно-коричневыми направлениями	Поведение зависит от пары и концентрации
Indole система	4-Hydroxyindole, indole derivatives	Может использоваться в более специальных оттеночных системах	Не всегда часто встречается в открытых INCI
Pyridine/pyrazole системы	разные производные	Используются в современных специализированных формулах	Нужна оценка конкретного вещества

Эта таблица не предназначена для подбора формулы по одному ингредиенту. Она нужна для понимания, что муфты задают направление реакции, но не работают отдельно от прекурсора.

5.9. Окисление и образование хромофора

После смешивания красителя с окислителем начинается химическая цепочка.

Сначала малые молекулы прекурсоров и муфт должны попасть в доступные зоны волоса. Щелочная среда повышает набухание волокна и облегчает диффузию молекул через кутикулу и межклеточные участки [1], [2], [3].

Затем перекись водорода окисляет прекурсоры. Для *p*-phenylenediamine и родственных структур важной стадией является образование реакционноспособных quinonediimine-подобных промежуточных форм [1], [2], [3].

После этого окисленный прекурсор вступает в реакцию с муфтой. В результате формируется окрашенное соединение с системой сопряжённых связей. Именно такая структура способна поглощать часть видимого света и создавать воспринимаемый цвет [1], [2], [3].

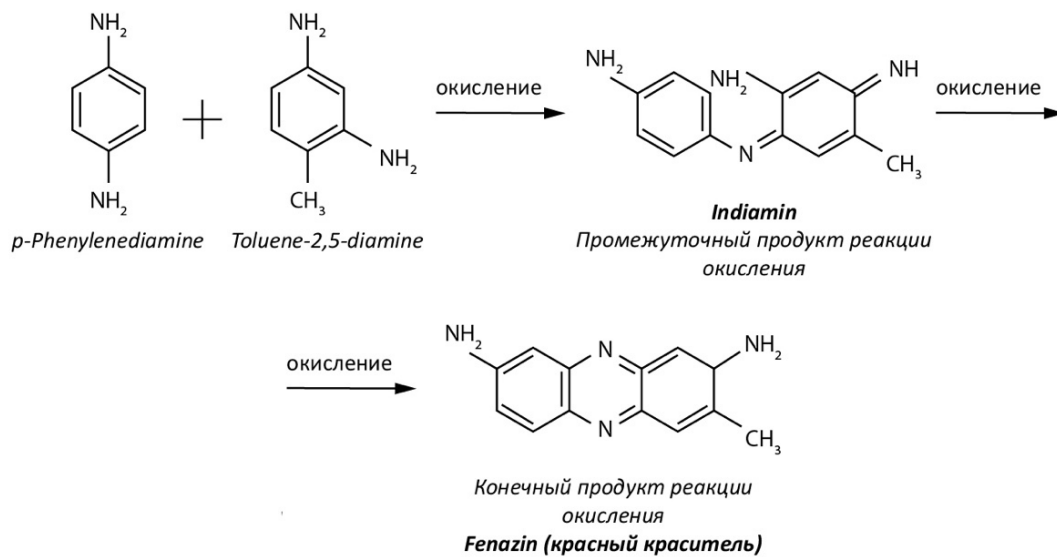
Дальше реакция может продолжаться с образованием более крупных продуктов. В документах SCCP/SCCS по окислительным красителям отмечается, что в изученных системах могут формироваться димеры, тримеры и другие реакционные продукты [1], [2], [3].

Упрощённо это можно представить так:

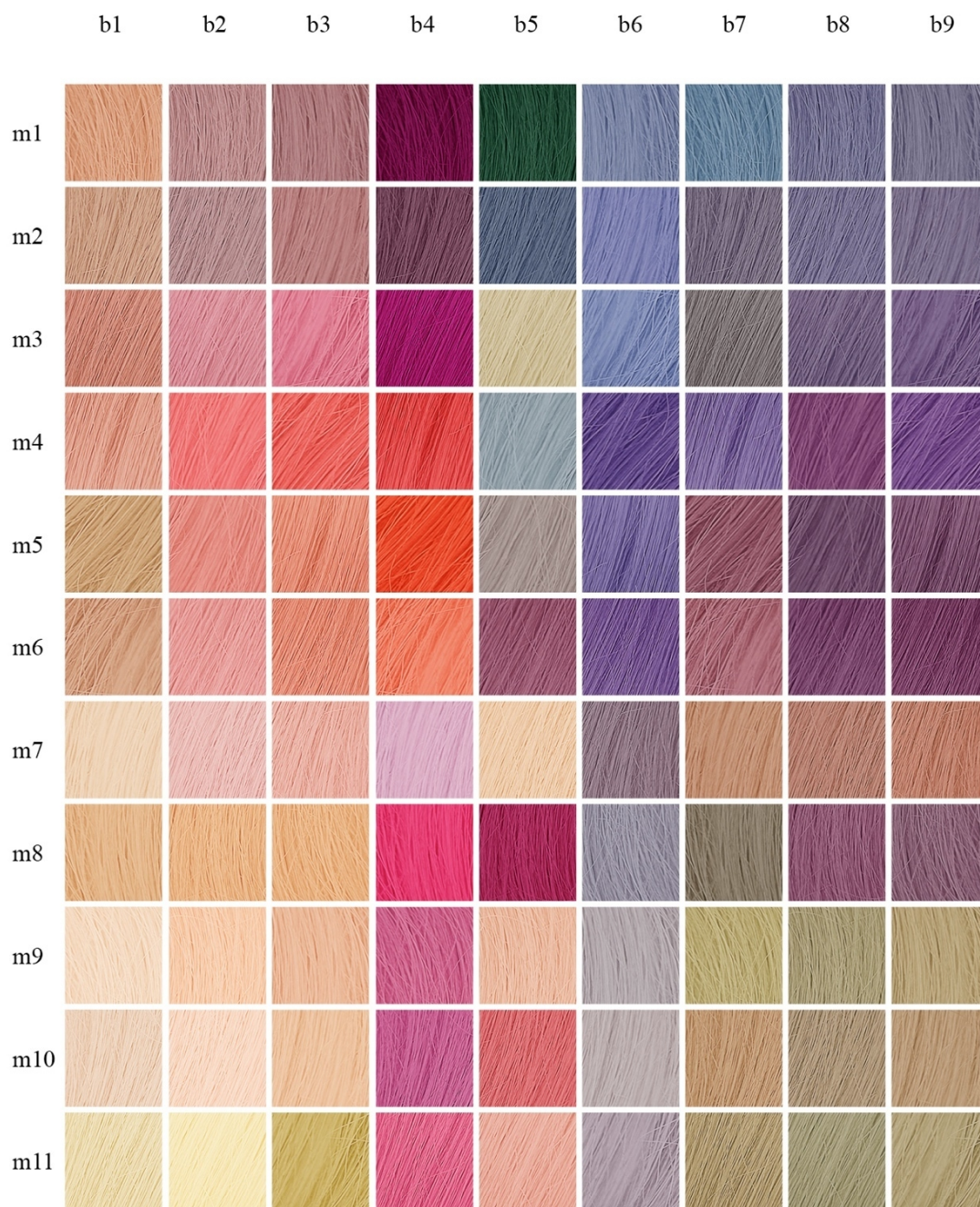
прекурсор + H₂O₂ → окисленный прекурсор

окисленный прекурсор + муфта → окрашенный хромофор

Но в реальной формуле происходит больше. Если в составе несколько прекурсоров и несколько муфт, одновременно возникают разные реакционные пары. Одни реакции идут быстрее, другие медленнее. Одни продукты формируют глубину, другие — нюанс, третьи — плотность, четвёртые — оттеночную чистоту или приглушение [1], [2], [3].



Наименование	
b1	p-Methylaminophenol sulfate
b2	4-Amino-m-cresol
b3	p-Aminophenol
b4	1-Hydroxyethyl-4,5-Diaminopyrazole sulfate
b5	Tetraaminopyrimidine sulfate
b6	N,N-Bis(2-hydroxyethyl)-p-phenylenediamine sulfate
b7	Hydroxyethyl-p-phenylenediamine sulfate
b8	p-Phenylenediamine
b9	Toluene-2,5-diamine sulfate



Наименование	
М1	2,4-Diaminophenoxyethanol dihydrochloride
М2	2-Amino-4-hydroxyethylaminoanisoле sulfate
М3	1-Naphthol
М4	5-Amino-6-chloro-o-cresol
М5	4-Amino-2-hydroxytoluene
М6	2-Methyl-5-hydroxyethylaminophenol
М7	2-Amino-3-hydroxypyridine
М8	m-Aminophenol
М9	Resorcinol
М10	2-Methylresorcinol
М11	4-Chlororesorcinol

Таблица смешивания цветов (пигментов) компании Japacol в соотношении 1:1.



Палитра смешивания цветов (пигментов) компании XiXing XiNyu Chemicals Ltd. прекурсоры и муфты (куплеры) в соотношении 1:1.

Поэтому реакционная пара — это не готовая «формула цвета», а химическая возможность. Итог зависит от всей системы.

Процент ингредиента для желаемого цвета волос				
	Тёмно-коричневый	Светло-коричневый	Красный	Чёрный
Dodecyl benzene Sulfonate	14%	14%	14%	14%
Cocodiethanolamide	9%	9%	9%	9%
Neodol 91-2.5	6%	6%	6%	6%
Ammonium Hydroxide	6%	6%	6%	6%
Sodium sulfite	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
p-Phenylenediamine	0,4%	-	-	0,4%
o-Aminophenol	0,3%	0,4%	-	0,2%
p-Aminophenol	-	0,4%	0,4%	-
4-Methyl-5-aminophenol	-	-	0,4%	-
m-Aminophenol	-	-	-	0,2%
Water	64%	63,9%	63,9%	63,9%

5.10. Почему стойкий цвет формируется внутри волоса

Стойкость окислительного окрашивания связана с двумя процессами.

Первый процесс — проникновение малых молекул. Прекурсоры и муфты относительно малы и способны диффундировать внутрь волоса до завершения реакции [1], [2], [3].

Второй процесс — образование более крупных окрашенных продуктов. После реакции они становятся менее подвижными и хуже удаляются при обычном мытье. Поэтому окислительный цвет держится дольше, чем большинство временных поверхностных красителей [1], [2], [3].

Исследование Kojima и соавторов с применением nanoscale secondary ion mass spectrometry показало, что хромофоры, образующиеся при окислительном окрашивании, могут локализоваться внутри волоса; при этом меланиновые гранулы в чёрных волосах являются важными зонами окрашивания [4]. Это подтверждает, что стойкий результат нельзя объяснить только поверхностным осаждением пигмента.

Однако стойкость не зависит только от размера молекулы. На неё влияют структура волоса, состояние кутикулы и СМС, пористость, повреждение, рН ухода, вода, ПАВы, УФ-воздействие и последующие химические процедуры.

5.11. Окислительный краситель одновременно создаёт цвет и меняет фон

Окислительное окрашивание часто совмещает два процесса.

Первый процесс — образование искусственного хромофора из прекурсоров и муфт.

Второй процесс — частичное изменение натурального меланина под действием перекиси водорода в щелочной среде [1], [2], [3].

Именно поэтому окислительный краситель может не только затемнять или изменять оттенок, но и частично осветлять натуральную базу. На натуральных волосах итоговый цвет является результатом наложения трёх факторов:

исходного натурального меланина;

степени его окислительного изменения;

искусственных хромофоров, образованных из прекурсоров и муфт.

Если натуральный фон изменился сильнее, чем предполагалось, результат может стать теплее или прозрачнее. Если искусственный хромофор получился слишком плотным для данной базы, цвет может стать темнее, мутнее или холоднее ожидаемого.

Поэтому окислительный краситель нельзя рассматривать как покрытие поверх волоса. Он меняет оптическую систему волоса изнутри.

5.12. Почему в реальном красителе образуется не одна окрашенная молекула

Большинство коммерческих окислительных красителей содержит несколько primary intermediates и несколько couplers. Это позволяет бренду создавать сложные натуральные, пепельные, бежевые, медные, красные и фиолетовые направления.

Если бы оттенок строился только на одной паре прекурсор + муфта, палитра была бы бедной, а результат — менее гибким. Реальные оттенки создаются сочетанием нескольких реакций. В документах SCCS по реакционным продуктам окислительных красителей подчёркивается, что во время окрашивания могут формироваться разные реакционные продукты, включая димеры и тримеры [1], [2], [3].

Для мастера это означает: в волосе формируется не «один коричневый пигмент», а набор окрашенных структур, который вместе даёт визуальный цвет. Именно поэтому оттенок может по-разному стареть: одни компоненты вымываются или изменяются быстрее, другие держатся дольше, а некоторые прямые пигменты могут вести себя отдельно от окислительной части.

5.13. Почему слово «полимеризация» нужно использовать осторожно

В парикмахерской практике часто говорят, что при окрашивании «пигменты полимеризуются». Это выражение удобно и частично помогает объяснить стойкость цвета: маленькие молекулы проникают в волос, затем становятся более крупными окрашенными структурами и хуже выходят наружу.

Но в строгом химическом смысле не каждый продукт реакции является настоящим полимером.

При окислительном окрашивании могут формироваться димеры, тримеры и другие реакционные продукты. Они действительно могут быть крупнее исходных прекурсоров и муфт, но это не всегда классическая полимеризация в смысле образования длинной повторяющейся цепи [1], [2], [3].

Поэтому в учебнике корректнее использовать такую формулировку:

В процессе окислительного окрашивания малые молекулы прекурсоров и муфт образуют более крупные окрашенные реакционные продукты, включая димеры, тримеры и хромофорные структуры.

Такое объяснение остаётся понятным мастеру, но не искажает химию.

5.14. Осторожная таблица реакционных направлений

Ниже приведена не рецептурная таблица, а учебная схема. Она показывает, какие оттеночные направления могут быть связаны с некоторыми типами сочетаний. Её нельзя использовать как гарантию результата на волосах.

Таблица реакционных направлений		
Пример химической логики	Возможное оттеночное направление	Что важно помнить
PPD-система + resorcinol система	Натурально-коричневые, глубокие коричневые направления	Итог зависит от концентраций и других муфт
PPD/PTD-система + naphthol система	Фиолетово-коричневые, вишнёвые, тёмно-красные направления	Может давать плотный и холодный визуальный эффект
Aminophenol-система + resorcinol/m-aminophenol система	Тёплые коричневые, медные, красноватые направления	На тёплом фоне может усиливать теплоту
Diaminopyrazole-система + современные couplers	Специализированные холодные, натуральные или модные направления	Нужна оценка конкретной формулы
Прекурсоры + direct dyes	Усиленный первичный нюанс, более яркий или чистый визуальный результат	Поведение при вымывании и коррекции может отличаться

Эта таблица должна читаться не как «рецепт», а как карта возможных направлений. В реальном красителе может быть несколько таких логик одновременно [1], [3], [6].

5.15. Почему таблицы прекурсоров и муфт могут быть опасны

Таблицы полезны для обучения, но опасны при неправильном использовании. Ошибка возникает, когда мастер видит ингредиент и делает слишком прямой вывод:

- есть PPD — значит цвет будет чёрный;
- есть resorcinol — значит будет коричневый;
- есть 1-naphthol — значит будет фиолетовый;
- есть p-aminophenol — значит будет медный;
- есть direct blue — значит цвет будет холодный.

Такой подход не учитывает концентрации, сочетания, pH, окислитель, прямые пигменты, базу продукта и волосы.

Точнее мыслить иначе:

PPD может участвовать в создании плотных тёмных и коричневых направлений, но не определяет весь цвет один;

resorcinol может быть частью разных коричневых, нейтральных, тёплых или холодных систем;

1-naphthol может участвовать в фиолетовых и красно-коричневых направлениях, но результат зависит от пары;

p-aminophenol может участвовать в тёплых системах, но сам по себе не равен медному оттенку;

direct dyes могут усилить нюанс, но не всегда повышают стойкость и могут осложнить коррекцию.

Профессиональная таблица должна не закрывать мышление, а открывать вопросы.

5.16. Роль концентрации и соотношения компонентов

Одна и та же пара прекурсор + муфта может дать разный визуальный эффект при разных концентрациях.

Если концентрация прекурсора выше, может увеличиваться плотность и глубина реакции. Если меняется доля муфты, может смещаться оттеночное направление. Если в системе присутствуют другие couplers, реакция распределяется между несколькими путями. Если добавлены прямые пигменты, первичный визуальный эффект может стать ярче или холоднее, но вымывание может пойти иначе.

Поэтому производитель не просто «кладёт PPD и resorcinol». Он балансирует систему: количество каждого компонента, pH, растворимость, стабильность, совместимость, скорость реакции и профиль безопасности. Именно этим объясняется, почему профессиональная палитра является результатом химической разработки, а не механического смешивания нескольких базовых молекул.

5.17. Почему одинаковый оттенок может быть построен разной химией

Визуально два оттенка могут быть похожи. Например, два разных бренда могут иметь оттенок уровня 6 с холодно-коричневым направлением. Но химически они могут быть построены по-разному. Один продукт может опираться на PPD/PTD-систему с несколькими resorcinol-муфтами. Другой может использовать более современные производные, другую щелочную базу и добавленный direct blue или violet для первичной холодности. Третий может быть демиперманентным и иметь меньшую окислительную активность .

В день окрашивания все три результата могут выглядеть близко. Но через 10–15 моек они могут стареть по-разному. Один станет теплее. Другой потеряет холодный direct-компонент. Третий сохранит плотность, но даст более матовый остаток [1], [3], [6].

Поэтому одинаковый визуальный оттенок не означает одинаковую химическую конструкцию.

5.18. Роль щелочного агента

Щелочной агент является важной частью большинства окислительных красителей. Его задача — создать среду, в которой волосы набухают, повышается проницаемость волокна, перекись водорода становится более реакционноспособной, а прекурсоры и муфты могут полноценно участвовать в образовании цвета [1], [2], [4].

В качестве щелочных агентов применяются ammonia/ammonium hydroxide, monoethanolamine, aminomethyl propanol и другие алканол амины.

Аммиак летуч, имеет резкий запах и традиционно используется в перманентных красителях. Алканол амины менее летучи и обычно воспринимаются как менее пахнущие. Но отсутствие резкого запаха не означает отсутствие щелочного воздействия. Безаммиачный краситель всё равно может работать в щелочной среде и вызывать набухание волоса.

Поэтому формула «без аммиака = мягко» является некорректной. Безаммиачность говорит только об отсутствии одного щелочного агента. Она не отменяет pH, окислитель, прекурсоры, муфты и химическую нагрузку процедуры.

Корректнее оценивать не наличие или отсутствие аммиака, а всю систему: pH готовой смеси, щелочной агент, буферную ёмкость, концентрацию H_2O_2 , время контакта, состояние волоса и инструкцию производителя.

5.19. Почему аммиак и МЕА нельзя оценивать лозунгами

В профессиональной среде часто встречаются две крайности. Первая: аммиак считают грубым и устаревшим компонентом. Вторая: МЕА считают однозначно более вредной заменой. Обе позиции слишком упрощают рецептурную реальность.

Аммиак и МЕА выполняют сходную технологическую задачу: создают щелочную среду. Но они отличаются летучестью, запахом, поведением в формуле, временем присутствия в смеси, влиянием на кожу и волос и особенностями удаления после процедуры.

Исследования сравнивали повреждение волос при ammonia-based и monoethanolamine-based системах и показывали, что МЕА-системы при определённых условиях могут вызывать более выраженное повреждение волокна [1], [2], [4]. Но из этого нельзя делать вывод, что любой продукт с МЕА всегда хуже любого аммиачного красителя. Результат зависит от всей рецептуры: концентрации, рН, времени, буферной системы, окислителя, базы продукта и состояния волоса.

Правильная профессиональная формулировка звучит так: аммиак и алканолламины являются разными способами создать щелочную среду. Они имеют разные технологические плюсы и ограничения, а итоговое воздействие определяется не одним ингредиентом, а всей формулой и протоколом применения.

5.20. Роль перекиси водорода

Перекись водорода в окислительном красителе выполняет две основные функции.

Первая функция — запуск образования искусственного цвета. H_2O_2 окисляет прекурсоры, переводя их в реакционноспособные формы, которые затем соединяются с муфтами [1], [2], [4].

Вторая функция — частичное изменение натурального меланина. В щелочной среде перекись водорода снижает оптическую плотность натурального пигмента, поэтому база может стать светлее [1], [2], [4].

Эти две функции идут одновременно. Поэтому окислитель нельзя понимать только как «активатор краски» или только как «процент осветления». Он влияет на развитие искусственного хромофора, фон, глубину результата, стойкость, скорость реакции и уровень химической нагрузки на волос.

Важно также учитывать соотношение смешивания. Пропорция 1:1, 1:1,5, 1:2 или другая меняет не только консистенцию, но и баланс красительной основы, щёлочи, перекиси, воды и времени реакции. Процент на флаконе окислителя описывает исходную концентрацию H_2O_2 , но реальная химия происходит уже в готовой смеси.

5.21. Эмульсионная база: почему вспомогательные компоненты не являются балластом

Крем-краситель — это эмульсия или другая структурированная косметическая система. Её база влияет на то, как активные компоненты распределяются в продукте, как смесь наносится на волосы, как удерживается на поверхности и насколько равномерно контактирует с волоконном.

В составе могут присутствовать:

- вода;
- гликоли и соразтворители;
- жирные спирты;
- эмульгаторы;
- поверхностно-активные вещества;
- загустители;
- кондиционирующие компоненты;
- полимеры;
- отдушка.

Вода и растворители помогают распределять водорастворимые компоненты. Гликоли могут выполнять роль соразтворителей и влиять на однородность системы. Жирные спирты и эмульгаторы создают кремовую текстуру и стабильность. Загустители помогают смеси удерживаться на волосах и не стекать. Кондиционирующие компоненты улучшают распределение и косметическое ощущение после смывания. Эти компоненты не создают цвет напрямую, но без них активная химия была бы менее управляемой. Поэтому база продукта влияет не только на комфорт нанесения, но и на равномерность результата.

5.22. Антиоксиданты и стабилизаторы

Окислительный краситель должен сохранять активность до момента смешивания с developer. Это непростая задача, потому что прекурсоры склонны к окислению.

Поэтому в формуле могут использоваться антиоксиданты и мягкие восстановители, например sodium sulfite, sodium metabisulfite, ascorbic acid и родственные компоненты. Их задача — снизить преждевременное окисление прекурсоров в упаковке и сохранить реакционную способность системы до процедуры.

Это не значит, что такие компоненты «лечат» волос или создают цвет. Их роль технологическая: стабилизировать формулу и управлять временем начала реакции.

Если стабилизация нарушена, краситель может темнеть в упаковке, терять активность или давать менее предсказуемый результат. Поэтому вспомогательные ингредиенты важны не меньше, чем активные красители.

5.23. Хелаторы в окислительном красителе

Хелаторы, такие как EDTA, EDDS, etidronic acid и другие комплексообразующие вещества, могут присутствовать в формуле красителя для связывания следовых ионов металлов.

Металлы, особенно железо и медь, способны участвовать в нежелательных окислительных процессах. Они могут снижать стабильность продукта, ускорять распад перекиси, усиливать радикальные процессы и осложнять поведение цвета [1], [2], [4].

Хелатор в составе красителя не является смывкой. Он не предназначен для удаления искусственного цвета из волоса. Его задача — помочь контролировать металл-зависимые побочные процессы внутри формулы и на поверхности волоса.

Это важное отличие. Хелатор — это не «антипигмент». Это компонент, который помогает снизить влияние металлов на стабильность и предсказуемость химической системы.

5.24. Direct dyes внутри окислительных красителей

Современные окислительные красители могут содержать не только прекурсоры и муфты, но и прямые пигменты. Это особенно характерно для интенсивных, холодных, пепельных, фиолетовых, красных, медных, пастельных и корректирующих оттенков.

Прямой пигмент уже имеет цвет до нанесения. Он не должен образовываться через окислительное сочетание прекурсора и муфты. Его задача в окислительной формуле может заключаться в усилении нюанса, коррекции фона, создании более чистого первичного результата или расширении палитры [2], [4].

В регуляторных и отраслевых материалах описано, что часть прямых красителей может использоваться не только в non-oxidative продуктах, но и в oxidative hair dye formulations как non-reacting или direct colour components. К таким веществам относятся, например, Basic Red 51, Basic Violet 2, HC Blue No. 15, HC Yellow No. 16, HC Yellow No. 2, HC Blue No. 17 и некоторые nitro dye derivatives, включая N,N'-Bis(2-hydroxyethyl)-2-nitro-p-phenylenediamine. Их роль в окислительной формуле — не классическое участие в precursor/coupler-реакции, а дополнительный прямой вклад в нюанс, яркость или коррекцию тона [2], [4].

Для мастера это принципиально важно. Визуально продукт остаётся «перманентной краской», но его цвет может быть частично построен на прямом пигменте. Это влияет на вымывание, старение оттенка, последующее осветление и реакцию на смывки.

Важно: наличие direct dyes в окислительном красителе не означает, что весь продукт является прямым красителем. Это означает, что формула становится гибридной: часть цвета создаётся через precursor/coupler-реакцию, а часть визуального нюанса может давать уже готовая окрашенная молекула. Именно direct dye-компонент может вести себя иначе при вымывании, смывке и последующем обесцвечивании. Поэтому наличие direct dyes внутри окислительной формулы переводит продукт в более сложную, гибридную логику.

5.25. Почему одинаковые оттенки у разных брендов работают по-разному

Два оттенка с одинаковым номером или похожим визуальным направлением могут быть построены на разных химических системах.

Они могут отличаться:

прекурсорами;

муфтами;

прямыми пигментами;

типом щелочного агента;

pH;

буферной системой;

антиоксидантами;

хелаторами;

эмульсионной базой;

соотношением с окислителем;

скоростью реакции.

Поэтому оттенок 7.1, 6.0 или 10.21 у разных брендов не является одной и той же химической реальностью. Палитра показывает ожидаемый визуальный результат в условиях производителя. Она не раскрывает, какая часть цвета создана окислительными хромофорами, какая — прямыми пигментами, насколько активна щелочная система и как цвет будет вымываться.

Это объясняет, почему механический перенос формулы между брендами часто даёт ошибку. Мастер переносит не просто «номер», а пытается перенести результат одной химической системы в другую.

5.26. Почему смешивание оттенков — это не смешивание готовых цветов

Когда мастер смешивает два тюбика, он часто думает визуально: пепельный плюс золотистый, натуральный плюс фиолетовый, медный плюс коричневый.

С точки зрения практической колористики такой подход понятен: мастеру нужно прогнозировать итоговый цвет. Для этого в профессиональном обучении используются системы цветового анализа и смешения. Например, «Система Аксиом» Александра Кувватова и Юлии Эйдшиной позволяет рассматривать цвет не как набор случайных оттенков, а как систему светлоты, насыщенности и цветового направления. Такая модель помогает мастеру точнее прогнозировать, как один визуальный цвет будет взаимодействовать с другим на конкретной базе волоса.

Но важно разделять визуально-колористическую модель и химическую реальность красителя.

Визуально мастер может прогнозировать результат через систему координат цвета. Химически же он смешивает не готовые цвета, а реакционные системы.

В общую смесь попадают разные прекурсоры, разные муфты, возможные прямые пигменты, щелочные агенты, стабилизаторы, антиоксиданты, хелаторы, растворители и эмульсионные базы. После добавления окислителя между ними начинают протекать реакции окисления и сочетания. В системе могут формироваться разные окрашенные продукты, а direct dye-компоненты, если они есть, могут давать отдельный прямой вклад в оттенок.

Поэтому результат смешивания не всегда является простой арифметикой цвета. Он зависит от концентраций, рН, силы окислителя, времени выдержки, температуры, состояния волоса, пористости, фона осветления, наличия старых пигментов и химической конструкции конкретного бренда.

Это не означает, что смешивать оттенки нельзя или что результат невозможно прогнозировать. Наоборот, профессиональное смешивание должно опираться на системное мышление. Система Аксиом помогает мастеру прогнозировать визуальный результат смешения цветов на волосах, особенно когда он оценивает светлоту, насыщенность, цветовое направление и фон.

Но химия красителя может вносить отклонения. Иногда цвет «идёт своим путём» не потому, что система смешения неверна, а потому что в формуле работают дополнительные факторы:

- прямые пигменты внутри окислительного красителя;
- разная реакционная скорость прекурсоров и муфт;
- отличия рН и щелочной системы;
- разная плотность красительной базы;
- особенности developer;
- пористость волоса;
- остатки старого искусственного цвета;
- металлы;
- неравномерное повреждение длины.

Поэтому правильная профессиональная позиция звучит так:

Смешение оттенков можно прогнозировать через системную модель цвета, но нельзя забывать, что окислительный краситель остаётся химической реакционной системой.

Именно поэтому сильный мастер работает сразу на двух уровнях:
как колорист — он прогнозирует цвет через систему смешения;
как технолог — он учитывает химию продукта, состояние волоса и ограничения реакции.

Смешивание — нормальная часть профессиональной колористики. Но оно должно пониматься не как смешивание гуаши на палитре, а как управляемое соединение визуальной цветовой модели и химической системы красителя.

5.27. INCI: что можно понять уже на этом этапе

Подробный алгоритм чтения INCI будет разобран в отдельной главе. Но уже здесь важно зафиксировать основную мысль: состав продукта помогает понять тип химической системы.

По INCI можно увидеть:

- есть ли в продукте окислительные прекурсоры;
- есть ли муфты;
- есть ли прямые пигменты;
- какой щелочной агент используется;
- есть ли антиоксиданты;
- есть ли хелаторы;
- есть ли кондиционирующие компоненты;
- ближе ли продукт к oxidative, direct или hybrid-системе.

Но по INCI нельзя точно узнать:

- точные проценты компонентов;
- соотношение прекурсоров и муфт;
- pH готовой смеси;
- скорость реакции;
- буферную ёмкость;
- поведение на пористой длине;
- стойкость на конкретных волосах;
- итоговый цвет на сложной базе.

Поэтому INCI полезен как карта системы, но не как точный прогноз оттенка.

Практический пример анализа

Предположим, мастер видит в INCI красителя такие компоненты:

Toluene-2,5-Diamine Sulfate, Resorcinol, m-Aminophenol, 1-Naphthol, 4-Amino-2-Hydroxytoluene, Sodium Sulfite, Disodium EDTA, Ammonium Hydroxide.

Такой состав можно прочитать осторожно.

Toluene-2,5-Diamine Sulfate указывает на наличие primary intermediate. Resorcinol, m-Aminophenol, 1-Naphthol и 4-Amino-2-Hydroxytoluene могут участвовать как couplers или отточные участники реакции. Sodium Sulfite помогает стабилизировать формулу от преждевременного окисления. Disodium EDTA работает как хелатор. Ammonium Hydroxide указывает на щелочную среду.

Что можно сказать:

- продукт относится к окислительным системам;
- цвет будет формироваться через precursor/coupler chemistry;
- система может создавать сложное коричнево-холодное, натуральное, фиолетовое или красно-коричневое направление в зависимости от концентраций и рецептуры;
- требуется окислитель;
- нужна инструкция производителя;
- на сложной базе нужна тест-прядь.

Что нельзя сказать:

точный оттенок;
точную стойкость;
точный результат на седине;
как цвет будет вымываться;
как продукт поведёт себя после смешивания с другим брендом;
как он ляжет на пористые концы.

Такой разбор формирует профессиональное мышление. Мастер не делает вид, что знает всё по INCI, но понимает, с какой химической системой имеет дело.

5.28. Окислительные красители и седина

Седой волос содержит мало меланина или почти не содержит его, но он не является пустым. В нём сохраняются кутикула, кортекс, СМС, белковая структура, плотность, толщина и индивидуальная проницаемость. Поэтому седина — это не «пустая трубка», которую нужно просто заполнить пигментом, а особый материал волоса с другой пигментной и структурной ситуацией.

При окрашивании седины задача часто состоит не в сильном осветлении натурального пигмента, а в создании достаточного количества искусственных хромофоров и их равномерном распределении в структуре волоса [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Поэтому покрытие седины зависит не только от процента окислителя. Важны:

- щелочность системы;
- способность состава проникать в волос;
- концентрация и баланс прекурсоров/муфт;
- время выдержки;
- соотношение красителя и окислителя;
- состояние седого волоса;
- толщина и плотность волокна;
- наличие прямых пигментов в формуле;
- оттеночная плотность выбранного красителя;
- способность формулы создать устойчивую искусственную цветовую массу.

Высокий окислитель не всегда лучше закрашивает седину. Если меланина мало, избыточное осветление не решает главную задачу. Главная задача — создать плотный и устойчивый искусственный цвет.

Специальные ряды для седины

Многие профессиональные бренды имеют специальные оттенки или отдельные ряды для работы с сединой. В разных палитрах они могут называться по-разному: natural extra, intense natural, cover, resistant grey, grey coverage, double pigment, special natural, extra coverage и так далее.

Их смысл не в том, что это «волшебная краска для седины». Обычно такие продукты отличаются рецептурной логикой:

- более плотной красительной базой;
- усиленной концентрацией цветообразующих компонентов;
- специальным балансом прекурсоров и муфт;
- более устойчивой натуральной или нейтрально-коричневой основой;
- рассчитанной работой с определённым developer;
- более строгими правилами выдержки;
- иногда — другой пропорцией смешивания;
- иногда — добавлением прямых пигментов для первичного визуального уплотнения оттенка.

Такие ряды лучше закрашивают седину не потому, что «седой волос любит натуральный ряд», а потому что формула изначально рассчитана на создание более плотного искусственного цвета на волосе с низким содержанием меланина.

Обычный модный оттенок может красиво выглядеть на пигментированном волосе, где натуральный фон уже даёт оптическую глубину. Но на седине такой оттенок может стать слишком прозрачным, слишком ярким, холодным, тёплым или нестойким, потому что под ним нет достаточной натуральной пигментной массы.

Специальные ряды для седины пытаются решить именно эту задачу: создать оптическую плотность там, где естественного меланина мало.

Почему натуральный ряд часто используют для седины

В классической салонной практике седину часто окрашивают с добавлением натурального ряда. Это объяснимо: натуральный ряд обычно содержит более сбалансированную коричнево-нейтральную базу и помогает создать плотность цвета.

Например, если мастер работает только модным нюансом — пепельным, медным, фиолетовым, красным или бежевым, — результат на седине может получиться слишком прозрачным. Добавление натурального ряда повышает плотность и помогает оттенку выглядеть более «закрытым».

Но здесь есть ограничение. Натуральный ряд не всегда даёт самый чистый, красивый и стойкий результат. Он может:

- затемнять оттенок;
- снижать чистоту нюанса;
- давать излишнюю коричневость;
- приглушать желаемое направление;
- создавать более тяжёлый, менее прозрачный цвет;
- делать результат «плоским»;
- мешать созданию чистых холодных, тёплых или ярких оттенков.

Поэтому натуральный ряд — это рабочий инструмент, но не единственный профессиональный способ окрашивания седины.

Система противоположащих микстонов

В книге «PROцвет. Том 3» Александр Кувватов и Юлия Эйдшина описывают иной подход к работе с сединой: использование системы противоположащих микстонов. Эта логика отличается от классического правила «добавь натуральный ряд для покрытия».

Смысл подхода в том, что плотность и устойчивость цвета на седине можно создавать не только за счёт готовой натуральной базы, но и за счёт управляемого смешения противоположащих цветовых направлений. В такой системе мастер не просто добавляет коричнево-натуральную массу, а формирует нужную цветовую плотность через взаимодействие хроматических компонентов.

Практическая ценность этого подхода в том, что он позволяет:

- лучше контролировать оттеночное направление;
- получать более чистый цвет;
- избегать лишней коричневой «грязи» натурального ряда;
- сохранять желаемую хроматичность оттенка;
- повышать визуальную плотность покрытия;
- создавать более стойкий результат за счёт более точной цветовой конструкции;
- работать с сединой не шаблонно, а через систему цвета.

Такой подход особенно важен, когда мастеру нужно не просто «закрасить седину», а создать красивый современный оттенок: чистый бежевый, холодный коричневый, мягкий медный, сложный русый, дорогой натуральный или более хроматичный результат.

ПОЧЕМУ ПРОТИВОЛЕЖАЩИЕ МИКСТОНЫ МОГУТ ДАВАТЬ ЛУЧШИЙ РЕЗУЛЬТАТ, ЧЕМ НАТУРАЛЬНЫЙ РЯД

Натуральный ряд часто работает как универсальная плотная основа. Но универсальность — это не всегда точность.

Если мастер добавляет натуральный ряд, он добавляет в формулу не только плотность, но и оттеночную конструкцию самого натурального ряда. Эта конструкция может не совпадать с желаемым цветом. Поэтому итог иногда становится темнее, мутнее или менее чистым.

Система противолежащих микстонов работает иначе. Она позволяет создавать плотность не через готовую «натуральную массу», а через управляемое взаимодействие цветовых направлений. В результате мастер может получить покрытие седина без лишнего затемнения и без потери чистоты оттенка.

Профессионально это можно объяснить так:

Натуральный ряд добавляет готовую нейтрально-коричневую основу. Противолежащие микстоны позволяют собрать нужную плотность цвета более точно, сохраняя контроль над оттенком.

Это не отменяет натуральный ряд. Он остаётся рабочим инструментом. Но система противолежащих микстонов даёт мастеру более гибкую и точную модель, особенно если задача — не просто скрыть седину, а создать прогнозируемый чистый цвет.

Важное ограничение

Использование микстонов требует системы. Нельзя просто добавить «противоположный цвет» на глаз и ожидать качественное покрытие седина.

Нужны:

- точная оценка исходной светлоты;
- понимание процента седина;
- оценка плотности седого волоса;
- расчёт желаемого уровня и направления;
- понимание насыщенности;
- корректный выбор противолежащих цветовых направлений;
- соблюдение пропорций;
- работа внутри понятной палитры;
- тест-прядь в сложных случаях.

Если применять микстоны хаотично, можно получить не чистоту, а грязь. Поэтому ценность подхода Кувватова и Эйдшиной не в самой идее «добавить микстон», а в системном алгоритме, который позволяет управлять цветом.

Седину можно эффективно окрашивать разными способами.

Первый способ — использовать специальные ряды для седины. Они удобны, потому что производитель уже усилил формулу для покрытия волоса с низким содержанием меланина.

Второй способ — добавлять натуральный ряд. Это классический и рабочий метод, но он может снижать чистоту оттенка и давать лишнюю коричневость.

Третий способ — использовать систему противолежащих микстонов, описанную Александром Кувватовым и Юлией Эйдшиной в «PROцвет. Том 3». Этот подход позволяет создавать плотность покрытия через управляемое смешение цветовых направлений, а не только через добавление натуральной базы.

Именно поэтому мастер должен понимать не только процент окислителя и номер оттенка, но и химию красителя, цветовую систему, плотность формулы, структуру седого волоса и задачу результата.

5.29. Риски и ограничения окислительных красителей

Окислительные красители являются эффективными профессиональными инструментами, но их нельзя рассматривать как обычный уходовый продукт. Они требуют щелочной среды, перекиси водорода и реакционноспособных ароматических соединений.

Некоторые прекурсоры, включая *p*-phenylenediamine и toluene-2,5-diamine, известны как вещества с сенсibiliзирующим потенциалом и регулируются в косметическом законодательстве [7], [8], [9], [10], [11], [12]. Это не означает, что профессиональные красители являются «опасными» при корректном применении. Но это означает, что они требуют соблюдения инструкции, ограничений производителя, allergy alert test, защиты кожи и понимания противопоказаний.

Особенно важно не использовать формулировки вроде «полностью безопасный прекурсор» или «гипоаллергенный аналог PPD» без строгих данных. Корректнее говорить: некоторые модифицированные молекулы могут иметь иной токсикологический профиль или потенциально сниженный сенсibiliзирующий риск в определённых условиях, но безопасность всегда оценивается по конкретному веществу, концентрации и способу применения.

Окислительный краситель должен восприниматься как регулируемая химическая система: эффективная, но требующая профессионального контроля.

5.30. Главные ограничения окислительного красителя как инструмента

Окислительный краситель может:

- создавать стойкий искусственный цвет;
- частично изменять натуральный меланин;
- работать с сединой;
- формировать широкий диапазон оттенков;
- давать предсказуемый результат при правильной диагностике.

Но он не может:

- полностью отменить историю волоса;
- одинаково работать на всех зонах длины;
- безопасно осветлять любой старый искусственный цвет;
- гарантированно удалить прямые пигменты;
- восстановить повреждённую структуру;
- полностью исключить аллергический риск;
- дать точный результат без учёта базы;
- заменить тест-прядь в сложной коррекции.

Эти ограничения не делают окислительный краситель слабым продуктом. Они показывают, что он должен применяться как инструмент, а не как универсальная кнопка цвета.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.