

02.00.00 Chemical sciences

02.00.00. Химические науки

UDC 667.6:539.61

**Adherence Junction Destruction Study
in Venetian Plaster – Quartz Coat System**¹ Nikolay N. Furman² Vladimir V. Vakor

¹ “Dekortsentr” LLC, Moscow
1 – 1812 goda Str., Moscow 121170
Production engineer

E-mail: nikchimzwet886@mail.ru

² “Dekortsentr” LLC, Moscow
1 – 1812 goda Str., Moscow 121170
Production supervisor

E-mail: vvvvak@bk.ru

ABSTRACT: The article studies adherence junction destruction of a number Venetian plasters with quartz coat, shows the impact of Venetian plaster application way on adhesive strength.

Keywords: finish materials; adhesion; cohesion; Venetian plaster; quartz coat.

Современные способы декоративной отделки помещений включают применение большого количества разнообразных материалов, с помощью которых создаются подчас уникальные и неповторимые интерьерные покрытия. Одной из широко известных групп таких материалов являются так называемые венецианские штукатурки.

История применения венецианских штукатурок насчитывает несколько столетий. Одним из первых связующих, которые человек стал применять в строительстве и отделке своего жилища, стала гашеная известь, на основе которой и были разработаны эти отделочные материалы. В состав классической известковой венецианской штукатурки кроме гашеной извести в качестве второго обязательного компонента входит так называемая каменная пыль, которую чаще получают из мрамора (мраморная пыль), однако, иногда из гранита, малахита, оникса, яшмы и других декоративных пород камня [8–10]. После нанесения на поверхность гашеная известь реагирует с диоксидом углерода, содержащимся в воздухе, и превращается в твердый кристаллический карбонат кальция.

В настоящее время для улучшения пластичности венецианских штукатурок и удобства нанесения в них вводят некоторое количество акриловых полимеров и других добавок. Кроме того широко производятся венецианские штукатурки, в которых в качестве связующего используются только акриловые полимеры.

Технология нанесения венецианских штукатурок включает ряд стадий. Сначала на подготовленную ровную поверхность с помощью малярного валика или кисти наносится грунт. Затем специальным шпателем поверхность покрывается несколькими тонкими слоями (чаще от 2 до 6) венецианской штукатурки. Каждому слою дают слегка просохнуть, а последний слой заравнивают по верхушкам с

нажимом острым краем шпателя (метод железнения). Так образуется характерный рисунок, имитирующий мрамор (фото 1).



Фото 1. Покрытие из венецианской штукатурки VIVALDI STUCKY производства фабрики LA CALCE DEL BRENTA (Италия)

Наконец после полного высыхания покрытия для защиты от проникновения влаги и придания большего блеска на него наносят венецианский воск.

К сожалению, до настоящего времени при работе с венецианскими штукатурками обращали внимание только на их декоративные свойства, незаслуженно забывая о физико-химической стороне применения этих продуктов. На самом деле, разработка покрытия, образующегося на бетонной, кирпичной или другой поверхности стены из нескольких разнородных материалов (штукатурок, шпатлевок, грунтов, отделочных слоёв), требует основательного физико-химического и физико-механического подхода с привлечением целого ряда различных теоретических представлений.

Одним из основных показателей качества покрытия, определяющим его целостность и долговечность в условиях эксплуатации является адгезия. Адгезия представляет собой явление соединения приведенных в молекулярный контакт поверхностей конденсированных фаз [1, с.6].

Иными словами, адгезия – это поверхностное явление, приводящее к образованию новой системы – адгезионного соединения с комплексом собственных характеристик, определяемых свойствами адгезива и субстрата и наличием границы раздела между ними [2, с.9].

Важность и практическая значимость понимания связи между адгезией и качеством покрытий показана в статье [3].

Целью нашей работы являлось выяснение существования закономерностей при разрушении адгезионных соединений венецианских штукатурок с различными грунтовочными покрытиями и попытке объяснения этих закономерностей с позиций известных в литературе физико-химических подходов.

Мы исследовали ряд классических венецианских штукатурок и грунтов итальянских фабрик BALDINI VERNICI, RIVEDIL, UCIC, LA CALCE DEL BRENTA, присутствующих на Российском рынке, а также отечественную венецианскую штукатурку производства предприятия ДОРОС (Ярославль) [11-16]. Краткая характеристика этих материалов приведена в таблицах 1 и 2.

В качестве модельного субстрата применяли древесноволокнистые плиты средней плотности MDF [17], на которые сначала наносили слой грунта, а затем, после его высыхания, венецианскую штукатурку по технологии описанной выше.

Затвердевший слой венецианской штукатурки с помощью специальной рукавицы [18] покрывали венецианским воском и располировывали до блеска.

Таблица 1.

Характеристика применяемых грунтов

Грунт	Фирма-производитель	Краткая техническая характеристика
Тоз	UCIC, Италия	Пигментированный белый водный полупрозрачный праймер для внутренних и внешних работ на базе акриловой микродисперсии последнего поколения и глубоко микронизированной кварцевой муки.
DECOR FONDO	UCIC, Италия	Универсальный акриловый грунт с эффектом легкой шероховатости.
DECOR FONDO	RIVEDIL, Италия	Грунт с мелким зерном
VIVALDI PIANO	LA CALCE DEL BRENTA, Италия	Хорошо укрывающая гладкая грунтовочная краска, идеальна для подготовки гипскартона, гипсодержащих основ и неравномерных поверхностей внутри помещений
FARINA DI QUARZO	BALDINI VERNICI, Италия	Пластичный материал на кварцевой основе. Превосходная прочность, укрывистость, выравнивающая и наполняющая способность. Идеальна для использования внутри помещений.
PUTZGRUND CAPAROL	ООО «СП ЛАКУФА-ТВЕРЬ»	Специальная адгезионная наполненная грунтовка на основе акриловых смол и пёстроого камня под фактурные штукатурки. Для внешних и внутренних работ

Таблица 2.

Характеристика применяемых венецианских штукатурок

Венецианская штукатурка	Фирма-производитель	Краткая техническая характеристика
EXEDRA SPATOLA	UCIC, Италия	Декоративная штукатурка на базе натуральной долго выдержанной гашеной извести. Идеальна для получения эффекта «Stucco antico». Для внешних и внутренних работ.
VENEXIAN	RIVEDIL, Италия	Штукатурка на акриловой основе.
TERRA NOSTRA	RIVEDIL, Италия	Штукатурка на известковой основе для внутренних работ.
VIVALDI STUCKY	LA CALCE DEL BRENTA, Италия	Глянцевая минеральная штукатурка для внешних и внутренних работ на основе гашёной извести и мраморной стружки.

ORIGINI	BALDINI VERNICI, Италия	Декоративное отделочное покрытие на основе извести.	гигиеничное
Венецианская штукатурка «ДОРОС»	Предприятие «ДОРОС», Ярославль, Россия	Классическая известковая штукатурка.	венецианская

Адгезию покрытия определяли методом одновременного отрыва при помощи адгезиметра «Константа АЦ» (ЗАО «Константа»). Так как эпоксидный клей для приклейки грибка не имеет сродства к гладкому и гидрофобному слою венецианского воска, покрывающего венецианскую штукатурку, то последний слегка зашлифовали наждачной бумагой.

Толщину оторванного грибком слоя венецианской штукатурки измеряли микрометром МК-25.

В монографии [4, с.70] метод прямого отрыва был рекомендован для проведения испытаний адгезии водно-дисперсионных красок. Однако, каких-либо количественных ориентиров, характеризующих качество покрытия, в этой работе не приводится.

В связи с этим важно было выяснить, какова минимально необходимая прочность адгезионного связывания отделочного покрытия со штукатурными и шпаклёвочными материалами, применяющимися для выравнивания и подготовки к отделке поверхностей бетонных и кирпичных стен. Так, по данным, приведенным в [5], адгезия штукатурок на цементной, цементно-гипсовой и известковой основе разных марок и фирм – производителей составляет от 0,3 до 1,5 МПа, причём чаще верхний предел ограничивается 0,5 МПа. Соответственно шпаклёвочные сухие смеси на цементной и гипсовой основе удерживаются при усилии отрыва от 0,15 до 1,3 МПа. Несколько выше адгезионная прочность штукатурной гидроизоляции. Она составляет от 0,6 до 1,5 МПа, иногда до 3,0 МПа.

Таким образом, если адгезия отделочного покрытия, используемого для нанесения на штукатурный и шпаклёвочный слой, достигает хотя бы 1 МПа или даже 0,5 МПа, то такое покрытие уже можно считать технологически достаточно прочным и дальнейшее увеличение его адгезионных характеристик не приведёт к упрочнению всей системы в целом.

При проведении наших исследований необходимо, чтобы адгезионное связывание грунта с MDF превышало таковое для слоев последующих материалов. На практике эта величина находится в интервале 1–2 МПа (табл. 3), причём при усилии отрыва в районе 2 МПа происходит когезионное разрушение MDF (Фото 2).

Таблица 3

Адгезия грунтов к MDF

Грунт	Адгезия, МПа
VIVALDI PIANO	1,1
To3 UCIC	1,5
DECOR FONDO UCIC	1,8
FARINA DI QUARZO	1,7
DECOR FONDO RIVEDIL	0,9
PUTZGRUND CAPAROL	1,0



Фото 2. Отрыв грунтовочного покрытия FARINA DI QUARZO от MDF. Адгезия 1,7 МПА

Любая система адгезив – субстрат характеризуется не только величиной адгезионной прочности, но и типом нарушения связи между компонентами, т.е. характером разрушения [6, с.161].

Авторы монографий [6, с.161; 7, с.39-42] приводят следующую классификацию разрушений: адгезионное (адгезив целиком отделяется от субстрата), когезионное (разрыв происходит по массиву адгезива и субстрата), смешанное (частичное отделение адгезива от субстрата, частичное разрушение субстрата и частичное разрушение адгезива).

Исследуемая в нашей работе система покрытий является достаточно сложной. Слой грунта, нанесённый на исходный субстрат MDF, выступает здесь в роли жидкого адгезива, формирующего при высыхании плёнку. Далее сухая плёнка грунта покрывается венецианской штукатуркой – также жидким адгезивом. После полного высыхания венецианская штукатурка превращается в твердое покрытие. В результате покрытие становится двухслойным. Кроме того при изучении нами адгезионных свойств методом отрыва на слой венецианской штукатурки наносится эпоксидный клей для приклейки грибка, который также может влиять на адгезионную прочность соединения, проникая в исследуемый материал.

При образовании плёнок из жидкого адгезива смачивание может привести к ликвидации пустот между адгезивом и субстратом. В результате взаимного проникновения молекул адгезива и субстрата возникает сильный граничный слой, создаются условия для усиления адгезионной прочности. Граничный слой определяет не только величину адгезионного взаимодействия, но и тип отрыва – когезионный или адгезионный. Граничный слой может быть «слабым», т.е. уменьшать адгезионную прочность (способствовать адгезионному типу отрыва), и «сильным», т.е. усиливать адгезионную прочность (способствовать когезионному типу отрыва) [7, с.168-170; 2, с.140-141].

В результате проведенных экспериментов было выявлено несколько вариантов разрушения исследуемого покрытия.

Практически адгезионный отрыв венецианской штукатурки от слоя грунта. На месте отрыва грибка отчетливо видна фактура нанесенного грунта. Включения

венцианской штукатурки визуально или еле заметны или отсутствуют (фото 3). Здесь когезионная прочность штукатурки превосходит её адгезию к грунту.

Большинство исследователей склоняются к утверждению, что чисто адгезионное разрушение на практике, скорее всего не возможно. Это связано со сложностью методов определения следов адгезивов на поверхности субстратов и следов субстратов на поверхности адгезивов. В соответствии с этим адгезионным следует считать такое разрушение, которое происходит в модифицированном слое адгезива вблизи поверхности субстрата [6, с.162].



Фото 3. Отрыв EXEDRA SPATOLA от VIVALDI PIANO. Толщина оторванного слоя 220 мкм, адгезия 0,3 МПа

- Когезионный отрыв венцианской штукатурки по нижнему прилегающему к грунту слою. Здесь наблюдаются существенные включения венцианской штукатурки в слое грунта (фото 4–5). Этот вид разрушения означает превышение силы адгезионного связывания нижнего слоя венцианской штукатурки с грунтом (части слоя, попавшего в зону действия молекулярных сил грунта) над когезионной прочностью самой штукатурки.



Фото 4. Отрыв TERRA NOSTRA от PUTZGRUND толщина оторванного слоя 260 мкм, адгезия 0,5 МПа



Фото 5. Отрыв венцианской штукатурки «Дорос» от DECOR FONDO UCIC толщина оторванного слоя 220 мкм, адгезия 0,1 МПа

- Когезионный разрыв слоя венецианской штукатурки. Здесь в некоторых случаях происходит ровное продольное разделение слоя при небольшом усилии. Обычно отделяется часть слоя толщиной 50–130 мкм. Это характеризует довольно низкое когезионное связывание нанесённых слоёв венецианской штукатурки (Фото 6).



Фото 6. Отрыв EXEDRA SPATOLA от Т03. Толщина первого оторванного слоя 50 мкм, адгезия 0,1 МПА



Фото 7. Отрыв EXEDRA SPATOLA от Т03. Адгезия 1,0 МПА



Фото 8. Отрыв EXEDRA SPATOLA от Т03. Толщина второго оторванного слоя 210 мкм, адгезия 2,0 МПА

- Когезионный разрыв слоя венецианской штукатурки, включающий её частичный отрыв от грунта по прилегающему слою в сочетании с разрушением массива её слоя (фото 9).

Такой тип разрушения указывает на неравномерность действия когезионных сил в слое венецианской штукатурки, вследствие, возможно, внутренних дефектов покрытия, возникших при нанесении, либо при попадании посторонних включений.

Смешанное разрушение, выражающееся в частичном отрыве венецианской штукатурки вместе с грунтом от MDF, частичном отрыве её от грунта и частичном её когезионном разрыве (фото 10, фото 7).



Фото 9. Отрыв VENEXIAN от PUTZGRUND. Адгезия 1,0 МПА



Фото 10. Отрыв ORIGINI от PUTZGRUND. Толщина оторванного слоя 400 мкм, адгезия 0,8 МПА

Практически адгезионный отрыв всего покрытия от MDF либо отрыв с небольшими фрагментами последнего, остающимися на нижней части оторванного грибка слоя (фото 11).



Фото 11. Отрыв ORIGINI с DECOR FONDO RIVEDIL от MDF. Адгезия 0,9 МПА

В последнем случае, оказывается, затруднительно определить величину адгезии венецианской штукатурки к грунту. Можно только предполагать, что она несколько превышает адгезию грунта к MDF, либо разрывную прочность MDF.

Измерение показателей адгезии венецианских штукатурок методом одновременного отрыва выявляет некоторый разброс их значений, а также иногда приводит к различным вариантам разрушения покрытия.

Так, например, были выявлены два варианта отрыва EXEDRA SPATOLA от Тоз (фото 6, 7), имеющие различные значения адгезионной прочности. Причём, в случае продольного отрыва верхнего слоя затем в это место производили повторное наклеивание грибка и определяли адгезию оставшегося нижнего слоя. Адгезия нижнего слоя оказывалась существенно выше и достигала даже 2,0 МПа (фото 8).

Кроме того наблюдались различные показатели адгезионной прочности как при разном (фото 12–13 и 14–15), так и при одинаковом (фото 16–17) характере разрыва.



Фото 12. Отрыв VENEXIAN от FARINA DI QUARZO. Адгезия 0,4 МПа



Фото 13. Отрыв VENEXIAN от FARINA DI QUARZO. Толщина оторванного слоя 200 мкм. Адгезия 1,6 МПа



Фото 14. Отрыв VIVALDI STUCKY от FARINA DI QUARZO. Толщина оторванного слоя 220 мкм, адгезия 0,3 МПа



Фото 15. Отрыв VIVALDI STUCKY от FARINA DI QUARZO. Толщина оторванного слоя 270 мкм, адгезия 0,7 МПа



Фото 16. Отрыв VIVALDI STUCKY от DECOR FONDO UCIC. Толщина оторванного слоя 210 мкм. Адгезия 0,1 МПА



Фото 17. Отрыв VIVALDI STUCKY от DECOR FONDO UCIC. Толщина оторванного слоя 230 мкм. Адгезия 0,9 МПА

При разном характере разрушения адгезионной связи адгезионная прочность чаще достигает больших значений в случаях более полного отрыва слоя венецианской штукатурки, что указывает на относительное соотношение значений адгезионных и когезионных сил. При одинаковом характере разрушения разница в адгезионной прочности означает превышение когезионных сил над адгезионными, а также, возможно, неравномерностью свойств самого наносимого материала.

Кроме того, учитывая шероховатость слоя грунта и размер содержащихся в венецианской штукатурке мраморных наполнителей, на адгезионную прочность может влиять площадь фактического контакта между слоями нанесённых материалов, которая достигает максимума в случае полного копирования ими поверхностей друг друга [7, с. 145]. Одним из факторов, влияющих на площадь фактического контакта полимеров и прочность их адгезионных соединений, является нормальное давление. Увеличение нормального давления приводит к увеличению площади фактического контакта вплоть до некоторого предельного значения [2, с. 140].

Разница в толщине слоя и в адгезии материала, выявленная в местах отрыва грибка, часто даже на площади одного образца, подчеркивает индивидуальность изготовления мастером декоративного покрытия путём запрессовывания нанесенных слоёв венецианским шпателем с применением физических усилий. Таким образом, площадь фактического контакта оказывается связанной со степенью спрессованности слоёв материалов.

Исследование разрушения адгезионного соединения в системах – венецианская штукатурка кварцевый грунт – с использованием метода одновременного отрыва, позволяет подойти к вопросу об оценке качества венецианских штукатурок.

С нашей точки зрения качество этих материалов определяется с одной стороны характером разрыва адгезионного соединения с грунтом, а с другой стороны величиной адгезионной прочности этого соединения. Характер разрыва, в свою очередь, оказывается связанным с когезионной прочностью венецианской штукатурки. Таким образом, более высококачественной можно считать такую венецианскую штукатурку, которая максимально полно отрывается от грунта (либо отрывается вместе с грунтом от нижележащего слоя) при значительном усилии отрыва.

Кроме того на когезионную прочность венецианской штукатурки может влиять степень спрессованности её слоёв в результате железнения венецианским шпателем, что сказывается на количестве внутренних дефектов покрытия и степени фактического

контакта слоёв. Иными словами существенный вклад в адгезионные свойства вносит не только состав самой штукатурки, но и способ и особенности её нанесения.

Вместе с тем величина адгезионной прочности может быть связана с природой грунта и структурой получающегося грунтовочного покрытия. Таким образом, оценка качества венецианских штукатурок должна также включать рассмотрение их взаимодействия с грунтами, нанесёнными ранее на исходный субстрат.

Примечания:

1. Притыкин Л.М. Разработка физико-химических основ и исследование закономерностей регулирования адгезионной способности полимеров: автореф. дис... докт. хим. наук: 02.00.06. Казань, 1988. 30 с.
2. Вакула В.Л., Притыкин Л.М. Физическая химия адгезии полимеров. М.: Химия, 1984. 224 с.
3. Ненахов С.А. Основные термины теории адгезии // Лакокрасочная промышленность, 2011. №1-2. С. 40–44.
4. Казакова Е.Е., Скороходова О.Н. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения. М.: Пэйнт-Медиа, 2003. 136 с.
5. Штукатурки, шпаклевки / автор-составитель. А.М. Горбов. М.: Издательство АСТ 2002. 204 с.
6. Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. М.: Химия, 1974. 392 с.
7. Зимон А.Д. Адгезия пленок и покрытий. М.: Химия, 1977. 352 с.
8. <http://www.vgik-edu.ru/>
9. <http://www.newshouse.ru>
10. <http://best-stroy.ru>
11. <http://www.ucic.it/>
12. <http://www.lacalcedelbrenta.it/>
13. <http://www.baldinivernici.it>
14. <http://www.rivedil.com/rivedi>
15. <http://www.doros.yaroslavl.ru>
16. megasklad.ru
17. <http://ssd.su/complect/mdf.php>
18. www.pennelliboldrini.it

УДК 667.6:539.61

Изучение характера разрушения адгезионного соединения в системе венецианская штукатурка – кварцевый грунт

¹Николай Николаевич Фурман

²Владимир Владимирович Вакор

¹ ООО «Декорцентр», Москва
121170 г. Москва, ул. 1812 года, д. 1.

Инженер-технолог
nikchimzwet886@mail.ru

² ООО «Декорцентр», Москва
Мастер-технолог
E-mail: [vvvak@bk.ru](mailto:vvvvak@bk.ru)

Изучен характер разрушения адгезионных соединений ряда венецианских штукатурок с кварцевыми грунтами. Показано влияние на адгезионную прочность способа и особенностей нанесения венецианских штукатурок.

Ключевые слова: отделочные материалы; адгезия; когезия; венецианская штукатурка; кварцевый грунт.