

Перевод некоторых глав книги PRECISION AQUEOUS CLEANING OF: VINYL RECORDS
3rd ed by Neil Antin (This book is available for free download at The Vinyl Press™
- <https://thevinylpress.com/2>):

ГЛАВА I. ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ ПЛАСТИНОК:

В документе ARSC Guide to Audio Preservation, 2015 (5), подготовленном по заказу и при финансовой поддержке Национального совета по сохранению звукозаписей Библиотеки Конгресса США, говорится следующее: "Виниловые диски - самый стабильный из разработанных на сегодняшний день физических форматов звукозаписи; в контролируемой среде они могут прослужить 100 лет". Учитывая недавнее возрождение виниловых пластинок, история может доказать, что долговечность простой виниловой пластинки превышает 100 лет, и не будем забывать, что космический зонд "Вояджер" Национального агентства по авиации и исследованию космического пространства (NASA) несет на себе золотую пластинку с простыми инструкциями по воспроизведению.

I.1 Однако проблема очистки простой виниловой пластинки хорошо известна, о чем подробно говорится в техническом документе THE WEAR AND CARE OF RECORDS AND STYLI, автор Harold D. Weiler, 1954 (34), выдержки из которого приведены ниже:

I.1.1 "Полное удаление пыли и песка с пластинки - непростая задача. Необходимо учитывать ряд факторов. Во-первых, очиститель не должен содержать никаких липких веществ, которые останутся в выгравированных углублениях в канавке пластинки. Во-вторых, очиститель должен полностью проникать в эти углубления и удалять содержащуюся в них пыль или песок. В-третьих, очиститель не должен каким-либо образом воздействовать на сам материал пластинки".

I.1.2 "Пыль/грязь от записей при исследовании под микроскопом состоит из жира, частиц щупа, абразивного материала и твердых частиц, напоминающих волокна шерсти, покрытые мягким восковым веществом. Анализ "пыли", снятой с нескольких наконечников щупов, которые использовались для работы с загрязненными пластинками, показал, что она состояла примерно из 12% зазубренных частиц кварца, 35% алмазной пыли, 40% различных частиц, включая сажу, песок и частицы, вытертые из канавки пластинки. Остальные 13% состояли из волокон и ворса".

I.1.3 "Полное удаление пыли и песка из канавок пластинок привело к увеличению срока службы пластинок и щупов до 60%". "Бережное обращение, хранение и чистка коллекции пластинок с лихвой окупается более качественным воспроизведением и значительным увеличением срока службы пластинок и щупов".

I.2 В статье "Загрязнение пластинок: Causes and Cure" Перси Уилсона, Journal of The Audio Engineering Society April 1965, Volume 13, Number 2 (61) перекликается со статьей Harold D. Weiler (34), когда он обсуждает три типа загрязнений: "...отдельные частицы, такие как сажа, пыль, песок, текстильный пух, табачный пепел и косметическая пудра; жидкости, которые после испарения оставляют корку, например, бытовые спреи и слюна; и конденсаты, образующиеся из паров, таких как табачный дым, пары от приготовления пищи и автомобильные выхлопные газы".

I.3 Расширяя рамки обсуждения, изложенного в работах "Износ и уход за пластинками и стилиями" Гарольда Д. Вейлера 1954 г. (34) и "Загрязнение пластинок: Causes and Cure by Percy Wilson, 1965 (61), проблема очистки виниловых пластинок заключается в удалении различных органических и неорганических загрязнений с круглого диска, номинальный размер которого составляет 12 дюймов в диаметре, изготовленные по различным запатентованным рецептурам из смеси поливинилхлорида-ацетата и поливинилхлорида (ПВХа/ПВХ) (см. ГЛАВА X. ОБСУЖДЕНИЕ

СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ: для более подробной информации), которые имеют рифление с боковыми гребнями следующим образом:

I.3.1 V-образная канавка с "номинальными" размерами шириной 56 мкм (0,0022") в верхней части, радиусом 6 мкм (0,00025") в нижней части и "номинальной" глубиной 28 мкм (0,0011"). Фактическая ширина и глубина канавки зависят от частоты и амплитуды аудиосигнала. Последовательные спирали канавок имеют номинальное число 200-250 канавок на дюйм, что соответствует расстоянию между канавками 125-100 мкм (0,005 дюйма). Большое разделение используется для воспроизведения низкочастотного звука с высокой выходной мощностью.

I.3.2 Канавка вырезается (часто это называют модуляцией) таким образом, чтобы щуп мог перемещаться из стороны в сторону (по бокам) или вверх-вниз (по вертикали) для воспроизведения звукового сигнала. Боковые гребни канавки используются для воспроизведения правой и левой высокочастотной информации для стерео. На рис. 1 показаны канавки пластинки с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) при 142-кратном увеличении с некоторыми деталями гребней боковых стенок. Для получения высокочастотных сигналов гребни боковых стенок расположены близко друг к другу; 10 микрон для пластинки со скоростью вращения 33,333 об/мин для получения сигнала 20 кГц. Расстояние от пика гребня боковой стенки до его долины - это боковая амплитуда, которая может составлять менее 1 мкм.

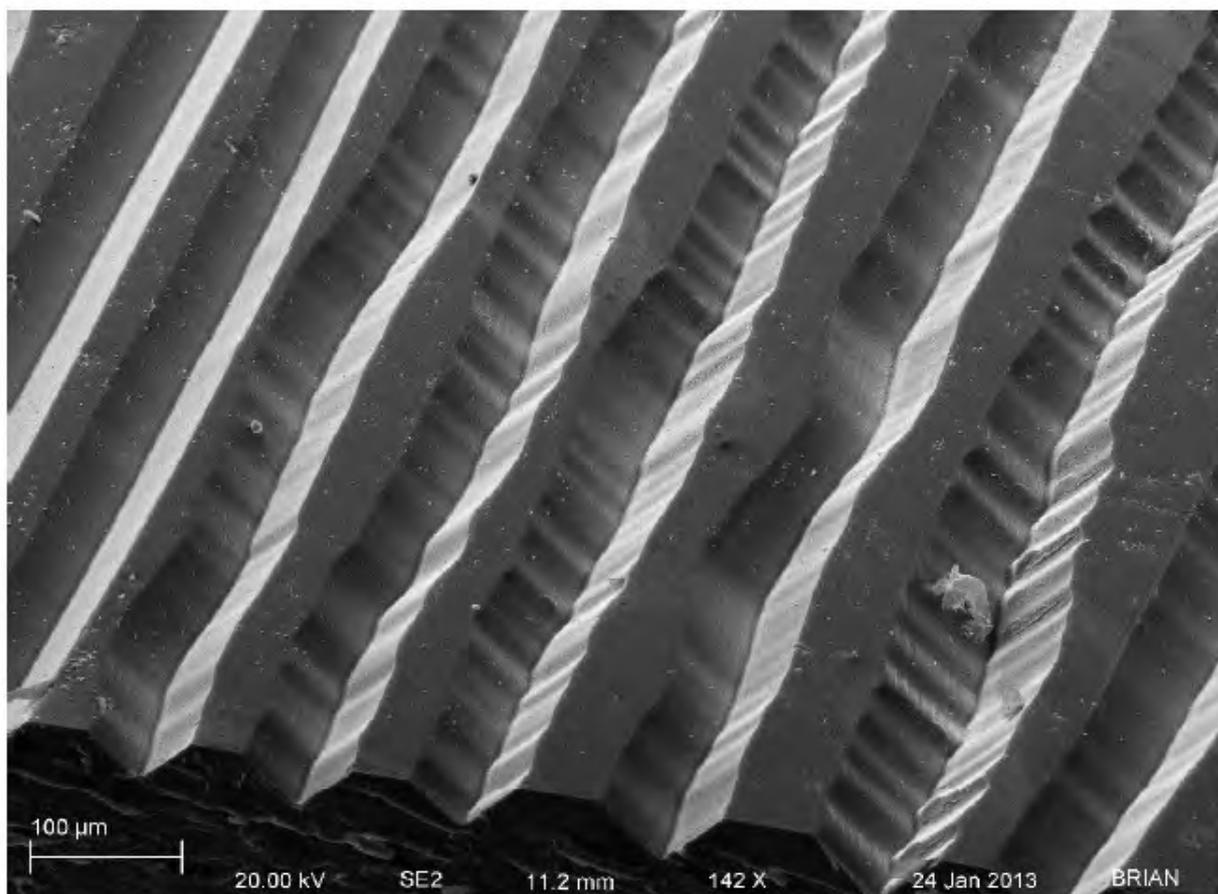


Figure 1 - Record Groove Under SEM at 142 Magnification
(Image courtesy of University of Rochester: URnano)

I.3.3 Рисунок 2 представляет собой крупный план (увеличение 324X) рисунка 1. Однако если на рис. 2 видны гладкие гребни боковых стенок канавок, то на фотографиях РЭМ при увеличении 1000X видны гораздо более шероховатые детали гребней боковых стенок, которые можно увидеть здесь SEM of grooves in LP record - Stock Image - H100/0098 - Science Photo Library.

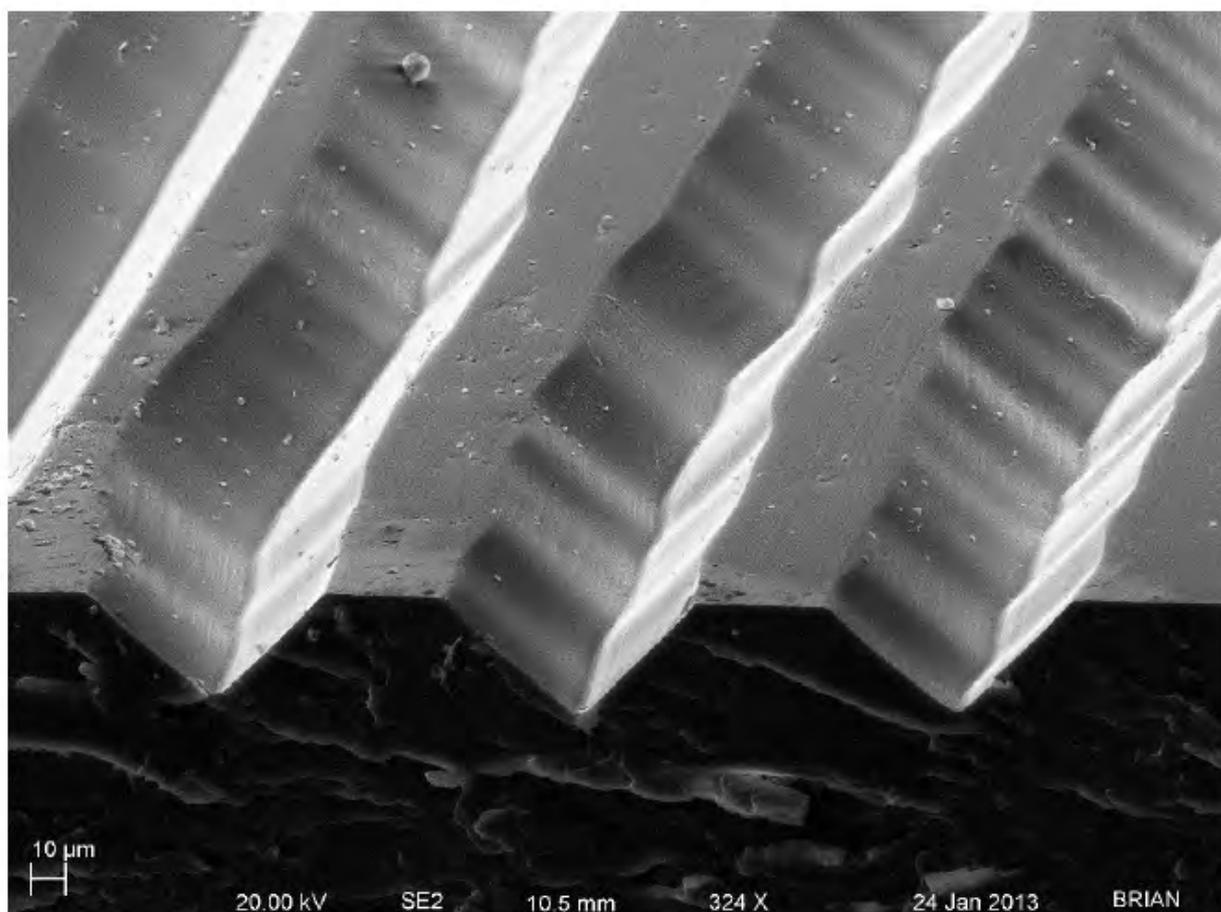


Figure 2 - Record Groove Under SEM at 324X Magnification
(Image courtesy of University of Rochester: URnano)

I.4 За исключением размеров канавок на дюйм и низкочастотной модуляции канавок, все остальные размеры невидимы невооруженным глазом при ярком белом свете, который ограничен размером около 50 микрон (источник MIL-STD-1330D (51) и MIL-STD-1622B (52)). Ультрафиолетовое (УФ) черное освещение при 365 нанометрах (нм) позволяет обнаружить флуоресцирующие частицы размером около 25 мкм, но при этом дно канавки и гребни боковых стенок канавки не будут различимы по отдельности. Кроме того, исходя из размеров канавки, интересующие нас частицы могут быть очень маленькими - менее 10 мкм, что, согласно рис. 3, характерно для любой жилой среды. Если отдельные частицы размером менее 1 мкм "могут" быть малозначимыми (подробный анализ см. в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОЧИСТКИ), то группы таких мелких частиц могут сливаться в большие массы. Следовательно, процесс очистки должен быть способен удалять невидимые загрязнения. Очевидно, что "выглядит чистой" невооруженным глазом не имеет смысла, кроме как отметить значительные дефекты, возникшие в результате процесса прессования, обращения или злоупотребления, а также увидеть некоторые из наиболее очевидных проявлений загрязнения, например, отпечатки пальцев или крупные частицы пыли. Чтобы эффективно очистить пластинку, необходимо подойти к задаче с такой степенью точности, которая не видна невооруженным глазом. Это требует большей точности в методах, подборе и применении химических средств, а также в удалении чистящих средств после того, как они выполнили свою функцию.

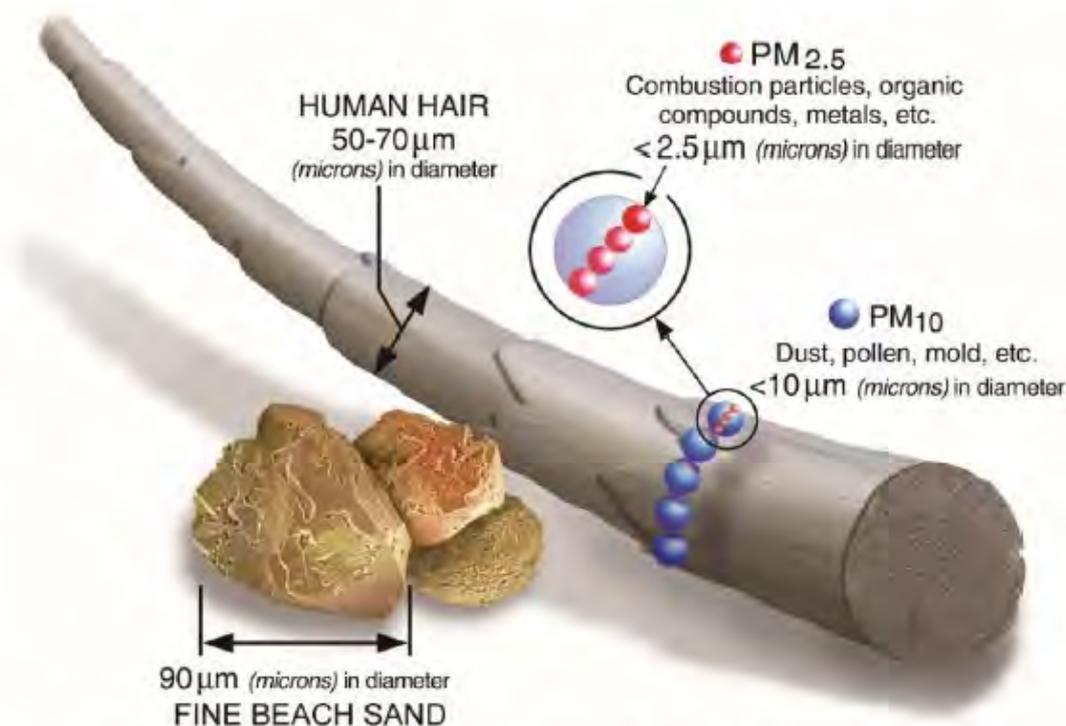


Figure 3 - Particle Size of Common Contaminants
(Image from United States EPA)

I.5 Для эффективного удаления твердых частиц необходимо предварительно обезжирить изделие. Органические загрязнения (например, масло/жир/табачная смола) и другие подобные вещества могут покрывать и задерживать твердые частицы. Если не удалить крупные частицы в канавке, это приведет к появлению слышимых хлопков, щелчков и других раздражающих звуков. Однако не менее важно и то, что поскольку гребни боковых стенок канавки не глубокие, загрязнения могут заполнить пространство между гребнями и эффективно ослабить или исказить высокочастотные звуки. Однако концентрированные чистящие средства часто оставляют после себя достаточно много нелетучих остатков (NVR), требующих окончательной очистки для удаления остатков "предварительного очистителя".

I.6 Износ пластинки зависит от формы щупа, вертикальной прижимной силы и материала пластинки. На рис. 4 (около 1968 г.) показан износ канавок, вызванный двумя разными стилусами после 50 проигрываний, полученный из статьи Record -Groove Wear, J. G. Woodward, HiFi Stereo Review Magazine, October 1968 (37): На фото А показан износ, вызванный сферическим щупом диаметром 0,7 мм, работающим при нагрузке 5 грамм. На фото С - эллиптический щуп 0,2 x 0,7 мм при нагрузке 1,5 грамма. Износ, показанный на рис. 4, представляет собой постоянная пластическая деформация, но фактически удалено очень мало материала.

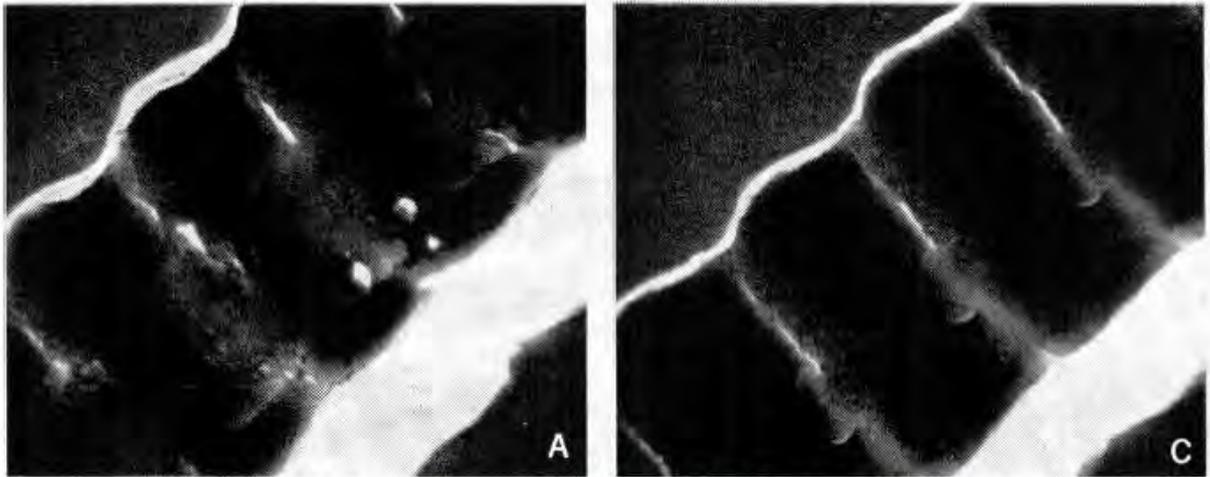


Figure 4 - Record Wear Spherical vs Elliptical Stylus - 50 Plays
(Image Groove Wear, J G. Woodward, HiFi Stereo Review Magazine, October 1968, Page 88 "scan courtesy of www.worldhistory.com")

I.7 На рис. 5 (около 1976 г.) показан износ пластинки из долговечного материала, разработанного компанией RCA™ для стилуса Shibata и квадродисков; из журнала RCA Engineer Magazine, 1976, Issue 02-03, Development of Compound for Quadradiscs, by G.A. Bogantz S.K. Khanna (71). Фото А щуп Shibata весом 1,5 грамма после 100 проигрываний, практически без износа. На фото Б показан Конический щуп весом 4,5 грамма после 100 проигрываний, демонстрирующий чистую канавку. Однако RCA™ также продемонстрировала значительный износ материала другого производителя всего после 25 воспроизведений со стилусом Shibata весом 1,5 грамма и всего после 10 проигрываний стилусом Conical весом 4,5 грамма.

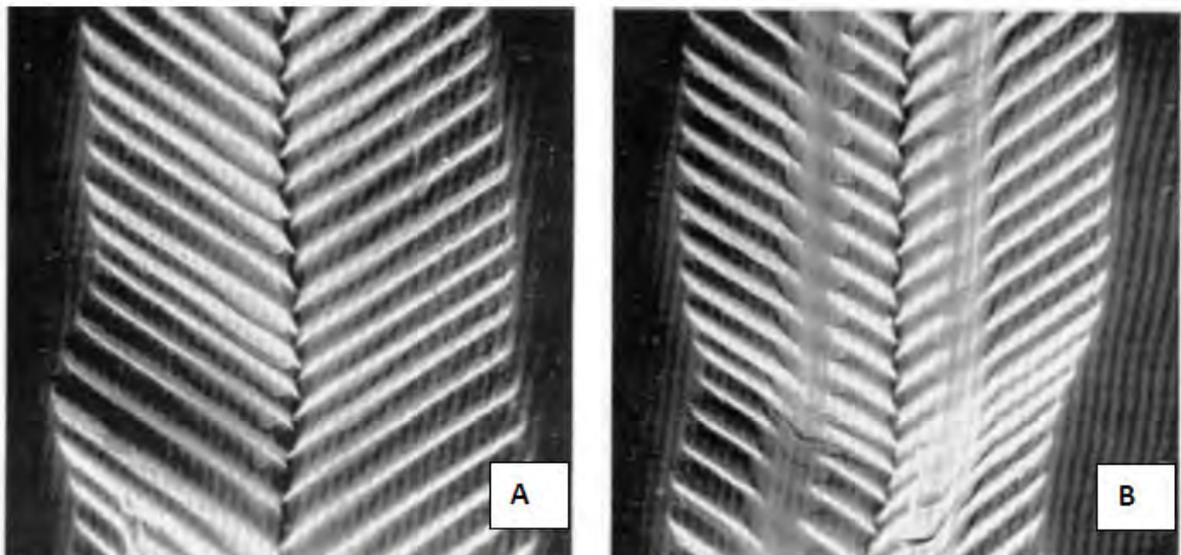


Figure 5 - Record Wear Shibata vs Conical Stylus - 100 Plays
(Image Development of Compound for Quadradiscs, G.A. Bogantz & S.K. Khanna, RCA 1976 "scan courtesy of www.worldhistory.com")

I.8 Следует отметить, что высококонтурные/профилированные щупы, такие как Shibata, могут перекрыть впадину, образованную коническим или эллиптическим щупом, что позволяет добиться полной точности воспроизведения. В противном случае износ пластинки, показанный на рис. 4 и 5, может быть ускорен методом очистки. Растворители и некоторые агрессивные

концентрированные водные очистители могут размягчить, разбухнув, переднюю кромку гребней боковых стенок, что может привести к потере точности воспроизведения высоких частот, поскольку щуп постоянно размазывает переднюю кромку с ускорением более 1000 g и давлением, эквивалентным 20 000 фунтов на квадратный дюйм (psi) и более, которые зависят от формы щупа и пропорциональны вертикальной прижимной силе (VTF) (источник: Disc Phonograph Records by Dr. A. M. Max, RCA Engineer Magazine 1966-08-09 (1)). В качестве альтернативы растворители и агрессивные концентрированные водные очистители "могут" извлекать компоненты виниловой пластинки, приводя к затвердеванию передней кромки боковых гребней, что также может стать причиной потери достоверности воспроизведения высоких частот, вызванной преждевременным износом пластинки щупом. Подробное обсуждение совместимости материалов чистящих средств см. в ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ.

I.9 Проверка чистоты представляет собой еще одну проблему. Когда пластинка является чистой? В настоящее время не существует практического количественного метода проверки чистоты пластинок, кроме использования РЭМ. Визуальные методы, такие как белый свет и ультрафиолетовая подсветка, имеют пределы обнаружения, которых недостаточно для проверки того, что пластинка действительно чистая. Очень тонкие прозрачные пленки грунта, связанные с маслами и смазками на минеральной основе, трудно обнаружить при содержании менее 100 миллиграммов на квадратный фут (мг/фут^2), и этот тип загрязнения обычно не флуоресцирует под УФ-светом. Другие распространенные в промышленности методы проверки чистоты, такие как промывка растворителем и измерение количества нелетучих остатков (NVR) и частиц, нецелесообразны по многим причинам: стоимость, совместимость имеющихся растворителей с виниловой пластинкой, квалификация и очень сложная геометрия, показанная на рис. 1 и рис. 2, и это лишь некоторые из них. Проведение проверки чистоты с помощью ультразвуковой установки (УУ) возможно, но в лучшем случае качественно (см. ГЛАВА XIV. ОБСУЖДЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ОЧИСТНЫХ МАШИН). В отсутствие практического количественного метода проверки чистоты преобладает субъективный тест - как звучит пластинка после чистки.

ГЛАВА III. ПРИГОТОВЛЕНИЕ МОЮЩИХ РАСТВОРОВ:

Шаг 1. Соберите все чистящие средства, дистиллированную воду, бутылки с распылителем, измерительные приборы и средства индивидуальной защиты (нитриловые перчатки и защитные очки). Рекомендуется очистить (протереть) местную зону, чтобы свести к минимуму возможность случайного загрязнения.



Figure 7 - Preparing Cleaning Process Solutions

Шаг 2. Подготовка бутылки с распылителем **DIW** (Дистиллят):

При первом использовании заполните одну бутылку водопроводной водой примерно на 1/4, установите распылитель, энергично встряхните, проверьте, нет ли пены, выполните упражнение, а затем слейте воду в раковину для предварительной очистки/ополаскивания баллончика. Если пена появилась, обратите внимание на то, что водопроводная вода не пенится, повторите промывку водопроводной водой до тех пор, пока пена не исчезнет. Затем окончательно очистите баллончик, заполнив его примерно на 1/4 дистиллированной водой, потренируйте распылитель и вылейте воду в раковину. Затем заполните бутылку с распылителем дистиллированной водой и наклейте на нее этикетку "**DIW**".

Шаг 3. Предварительная промывка бутылок для распыления (или промывки) **NID** (ополаскиватель) и **CLEANER** (очиститель):

Для первого использования очистите/ополосните бутылки, заполнив их водопроводной водой примерно на 1/4, установите распылитель (или крышку для бутылки для мытья) и энергично встряхните, проверьте наличие пены, несколько раз проведите распылителем (бутылкой для мытья), а затем вылейте воду в раковину. Если образовалась устойчивая пена более 1/4 дюйма, отметив, что водопроводная вода не пенится, повторите промывку водопроводной водой до тех пор, пока не появится устойчивая пена (пузырьки над поверхностью жидкости); небольшое количество пузырьков на поверхности не имеет значения.

Шаг 4. Подготовьте бутылок **CLEANER (очиститель), ACID (кислота) & NID (ополаскиватель)**: Наденьте нитриловые перчатки и защитите глаза. Добавьте дистиллированную воду в бутылку для распыления (или промывки) и заполните ее примерно на 1/2 - 3/4.

Шаг 4.1. CLEANER (очиститель). Alconox™ Liquinox™: Отмеряя одноразовой пипеткой, добавьте около 5 мл Alconox™ Liquinox™ к 500 мл или около 10 мл к 1,0 л, чтобы получить примерно 1,0%-ный раствор. Установить распылитель (или крышку бутылки) и осторожно встряхнуть для перемешивания. Затем долейте дистиллированную воду до полного объема и наклейте на бутылку этикетку "**CLEANER**". При перемешивании этот раствор образует обильную пену. ПРИМЕЧАНИЕ: Alconox™ Liquinox™ состоит примерно на 50% из активных ингредиентов, поэтому 1%-ный раствор фактически является 0,5%-ным концентратом.

При использовании Vinyl Clear™ смешать в соответствии с инструкциями производителя. При использовании моющего средства для одежды/белья добавьте дистиллированную воду в бутылку для распыления (или стирки) и заполните ее на 1/2 - 3/4. Добавьте около 10 мл моющего средства на 500 мл или около 20 мл на 1,0 л, чтобы получить примерно 0,5%-ный активный раствор. Установите распылитель (или крышку промывочной бутылки) и осторожно встряхните для перемешивания. Затем долейте дистиллированную воду до полного объема и наклейте на бутылку этикетку "**CLEANER**". При перемешивании раствора CLEANER должна образовываться пена. ПРИМЕЧАНИЕ: Большинство стиральных порошков для машинной стирки имеют активность около 50%, поэтому формула разбавления для 0,5%-ного раствора выглядит следующим образом: $(1000 \text{ мл}) \times (0,005)/(0,5) = 10 \text{ мл/л}$.

Шаг 4.2. ACID (кислота). Alconox™ Citranox™: Отмеряя одноразовой пипеткой, добавьте около 7,5 мл Alconox™ Citranox™ к 500 мл или около 15 мл к 1,0 л, чтобы получить примерно 1,5%-ный раствор. Установить распылитель (или крышку бутылки) и осторожно встряхнуть для перемешивания. Затем долейте дистиллированную воду до полного объема и наклейте на бутылку этикетку "**ACID**". При перемешивании этот раствор будет образовывать пену. ПРИМЕЧАНИЕ: Alconox™ Citranox™ состоит примерно на 65% из действующих веществ, поэтому 1,5%-ный раствор на самом деле является примерно 1,0%-ным концентратом.

При использовании дистиллированного белого уксуса (5% кислотности) добавьте его в бутылку для распыления (или мойки) и заполните ее на 1/2 - 3/4. Добавьте примерно 5 капель/500 мл концентрированного NID. Установите распылитель (или крышку бутылки для мытья) и осторожно встряхните для перемешивания. Затем долейте до полного объема дистиллированный белый уксус (5%-ной кислотности) и наклейте на бутылку этикетку "**ACID**". При перемешивании раствора ACID с NID должна образовываться пена.

Шаг 4.3. NID (ополаскиватель). Dow™ Tergitol™ 15-S-9 или Polysorbate 20 (Tween™ 20): Отмерьте одноразовой пипеткой примерно 0,5 мл неионогенного ПАВ на 16 унций (470-500 мл) или примерно 1 мл на 32 унции (0,95-1,0 л), чтобы получить примерно 0,1%-ный раствор. Установить распылитель (или крышку бутылки) и осторожно встряхнуть для перемешивания. Затем долейте дистиллированную воду до полного объема и наклейте на бутылку этикетку "NID" (неионное моющее средство). Благодаря низкой концентрации раствора NID при перемешивании будет образовываться пена.

По общему правилу, на 1 мл приходится 15-18 капель, но этот показатель может варьироваться до 25 капель/мл. Очень удобны и недороги одноразовые градуированные пипетки из LDPE объемом 3 или 5 мл.

Так же можно использовать :

- BASF™ Dehypon® LS 54 - Отмерьте одноразовой пипеткой примерно 0,2 мл неионогенного ПАВ BASF™ Dehypon® LS 54 на 500 мл или примерно 0,4 мл на 1,0 л, чтобы получить 0,04%-ный раствор.

Использование IFORD-ILFOTOL в разбавленном виде с переменным составом в качестве окончательного очистителя (NID) см. в параграфе IX.5. Кроме того, поскольку Triton™ X-100 в настоящее время запрещен в ЕС/Великобритании (см. параграф IX.4.3), его использование не приводится. Для тех, кто все еще может использовать Triton™ X-100, см. главу IX.

ОБСУЖДЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОЧИСТИТЕЛЕЙ: указания по применению в качестве основного очистителя.

Использование слишком большого количества Alconox™ Liquinox™, Alconox™ Citranox™ или Dow™ Tergitol™ 15-S-9 (или эквивалентного) для приготовления раствора CLEANER, ACID или NID хуже, чем использование слишком малого количества. Слишком высокая концентрация не приведет к значительному повышению моющей способности или кислотности. Зато увеличится время, усилия и количество воды, необходимое для ополаскивания.

Все концентрации растворов, поскольку они являются жидкими, указываются только как % и подразумеваются как проценты по объему (иногда обозначаются как v/v%). Поскольку удельная плотность большинства используемых чистящих средств близка к 1,0, как и у воды, v/v% очень близка к весовым % (wt%). Любые незначительные различия несущественны для их назначения в качестве чистящих средств.

ГЛАВА IV. ОСМОТР ЗАПИСЕЙ:

IV.1 Визуально осмотрите пластинку, чтобы определить степень ее загрязнения. В данном документе используются следующие "степени" для определения состояния записи применительно к ее очистке.

IV.1.1 Исключительно грязные - записи, имеющие плотно прилипшие к поверхности записи загрязнения, такие как плесень или маслянистые остатки; т.е. воскрешение находки с блошиного рынка. Такие пластинки следует дважды подвергнуть предварительной очистке раствором **CLEANER**, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: перед переходом к промывке **ACID** и окончательной очистке с использованием **NID**. Для сильных пятен от жесткой воды может потребоваться кислотное замачивание по п. V.Step.17 (см. пп. IV.8 и VIII.12 для обсуждения). Для плесени см. дополнительную информацию в разделе VIII.11.3. Для трудновыводимых пятен, не поддающихся другой очистке, см. раздел VIII.13.

IV.1.2 Сильно загрязненные - пластинки, которые не являются ни исключительно грязными, ни в целом чистыми. Эти пластинки имеют видимые загрязнения, попавшие в канавку(и). Эти записи должны пройти этап предварительной очистки с использованием раствора **CLEANER**, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: перед переходом к промывке **ACID** и этапу окончательной очистки с использованием **NID**.

IV.1.3 Обычно чистые - записи, имеющие видимые частицы и/или некоторые признаки маслянистых отпечатков пальцев, или имеющие сильный статический заряд. Эти записи должны пройти этап предварительной очистки с использованием **CLEANER** и этап окончательной очистки с использованием **NID**, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: Окончательная очистка сама по себе оказалась недостаточной для эффективной очистки легкоплавких смазок и масел и подобных органических загрязнений. Окончательная очистка с использованием неионной влажной очистки позволяет снять статический заряд, характерный для новых пластинок. Даже если пластинка играет тихо, это не означает, что она полностью чиста, и даже новые пластинки должны пройти этапы предварительной и окончательной очистки. Заводы по прессованию пластинок - это, по сути, промышленные предприятия с высоким фоновым уровнем очень мелких частиц в воздухе, образующихся из многих источников, включая людей, обрабатывающих и упаковывающих пластинки. Даже если пластинка кажется в целом чистой, в глубине канавки или на боковых стенках канавки могут находиться невидимые, стойкие, тонкопленочные загрязнения.

Для подержанных и даже новых пластинок хорошо зарекомендовала себя кислотная промывка с использованием **ACID**, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: более подробная информация приведена в п. IV.8.IV.1.2

IV.2 Проверка с помощью опционального маломощного ультрафиолетового осветителя (см. табл. I) может улучшить процесс проверки. Однако будьте осторожны со слишком ярким светом. Промышленные 100-ваттные ультрафиолетовые фонари могут привести к повреждению пластинок, а некоторые светодиодные тактические фонари излучают достаточно белого света, чтобы "размыть" поверхность, не оставив контраста, позволяющего разглядеть мелкие частицы.

IV.3 На рис показаны примеры в целом чистых пластинок под ультрафиолетовым черным светом. При освещении только белым светом пластинки на рис выглядят чистыми, но под ультрафиолетовым черным светом на них видно большое количество частиц.

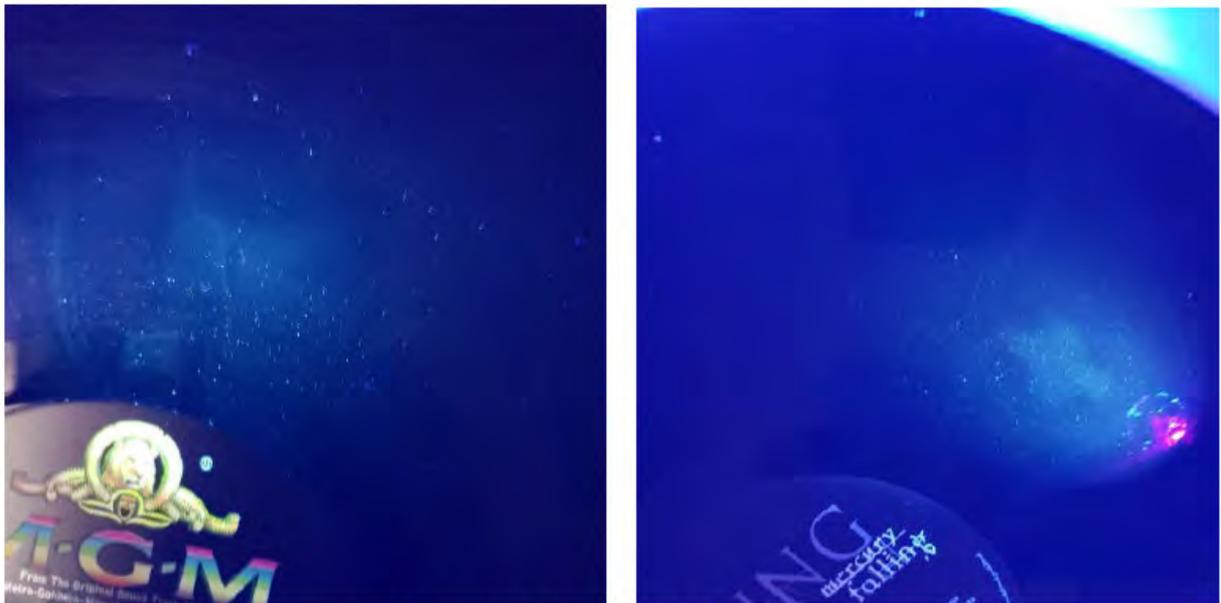


Figure 8 - Two New Records Inspected UV Light - Generally Clean

IV.4 На рис. 9 показан пример сильно загрязненной пластинки под ультрафиолетовым черным светом. При освещении только белым светом пластинка на рис. 9 не выглядела сильно загрязненной, но под ультрафиолетовым черным светом на ней были видны различные загрязнения с не удаляемыми пятнами. Впоследствии пластинка на рис. 9 была полностью очищена, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:, и, хотя загрязнения не были удалены, она воспроизводилась спокойно и с достаточной точностью.

IV.4.1. Обратите внимание, что некоторые отпечатки пальцев могут быть вытравлены на поверхности пластинки, и это можно определить с помощью ювелирной лупы или аналогичного увеличения. Эти отпечатки не удаляются, и если они не попали глубоко в канавку, пластинка может играть без искажений. Некоторые "дефекты" могут быть остатками процесса прессования и включать в себя вкрапления металлических осколков; при этом пластинка может воспроизводиться нормально.



Figure 9 - One Record Inspected UV Light - Heavily Soiled with Staining

IV.5 На рис. 10 показана самая плохая запись с пятнами от использования перепечатанного винила. Судя по количеству пятен, если там и есть первичный материал, то совсем немного. Однако после чистки пластинка заиграла спокойно, но, за неимением лучшего слова, с жесткостью

или остротой, что, скорее всего, является следствием того, что вторичный материал не обладает теми же свойствами, что первичный. В статье Disc Phonograph Records доктора А. М. Макса, RCA Engineer Magazine 1966-08-09 (1)) отмечается, что материал пластинки слегка деформируется под давлением стилуса. Эта деформация не является постоянной и восстанавливается после воспроизведения. Если же материал пластинки обладает более жесткими свойствами, то "пластическая" деформация будет не столь значительной, и реакция на воспроизведение будет иной. В конечном итоге, с учетом всех механических переменных, воспроизведение виниловой пластинки - это скорее музыкальный инструмент, и в некотором смысле стилус для пластинки - то же самое, что смычок для скрипки.



Figure 10 - Record Inspected UV Light - with Major Staining

IV.6 На пластинках, изготовленных из первичного материала, подобной экстремальной флуоресценции не наблюдалось, однако на некоторых недавно отпечатанных пластинках флуоресценция была замечена. Причина ее появления в настоящее время неизвестна. В то время как на старых пластинках можно наблюдать большие волны, показанные на рис. 9 и рис. 10, на более новых пластинках можно увидеть лишь несколько пятен, которые вряд ли могут быть вызваны переработанным винилом, содержащим кусочки этикеток. Эти пятна могут быть вызваны использованием репрессированного материала (излишки, которые обрезаются после прессования) или смазки типа воска, используемой в рецептуре пластинки, которая может быть неравномерной, а некоторые из них находятся вблизи поверхности. Пятна, отмеченные на новых

пластинках, не удаляются указанным способом чистки ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ЧИСТКИ: и последующее проигрывание также не привело к их удалению. Дополнительные сведения о формулах пластинок рассмотрены в ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МАТЕРИАЛОВ:

IV.7 На рис. 11 представлена хорошо известная новая пластинка. Фото А - белый свет после очистки пластинки известной щеткой для чистки пластинок и раствором для оптической очистки, который лишь слегка смачивает пластинку; очень похоже на процесс Discwasher™. Фотография В - пластинка под ультрафиолетовым светом, на ней видно большое количество оставшегося мусора/ворса/частиц, и пластинка играет так, как она выглядела, очень шумно. Фото С - пластинка после очистки, как указано в главе V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: но без этапа кислотной очистки. В процессе очистки было удалено много мусора/воска/частиц, но остались частицы, которые находятся глубоко в канавках и не удаляются. Эта пластинка играет так же, как и выглядит - на ней есть несколько тиков. Для сравнения, на пластинках Билла Эванса и Лиз Стори, представленных на рис. 41, под ультрафиолетовым светом практически полностью отсутствуют какие-либо частицы, и они играют так, как выглядят - очень тихо.

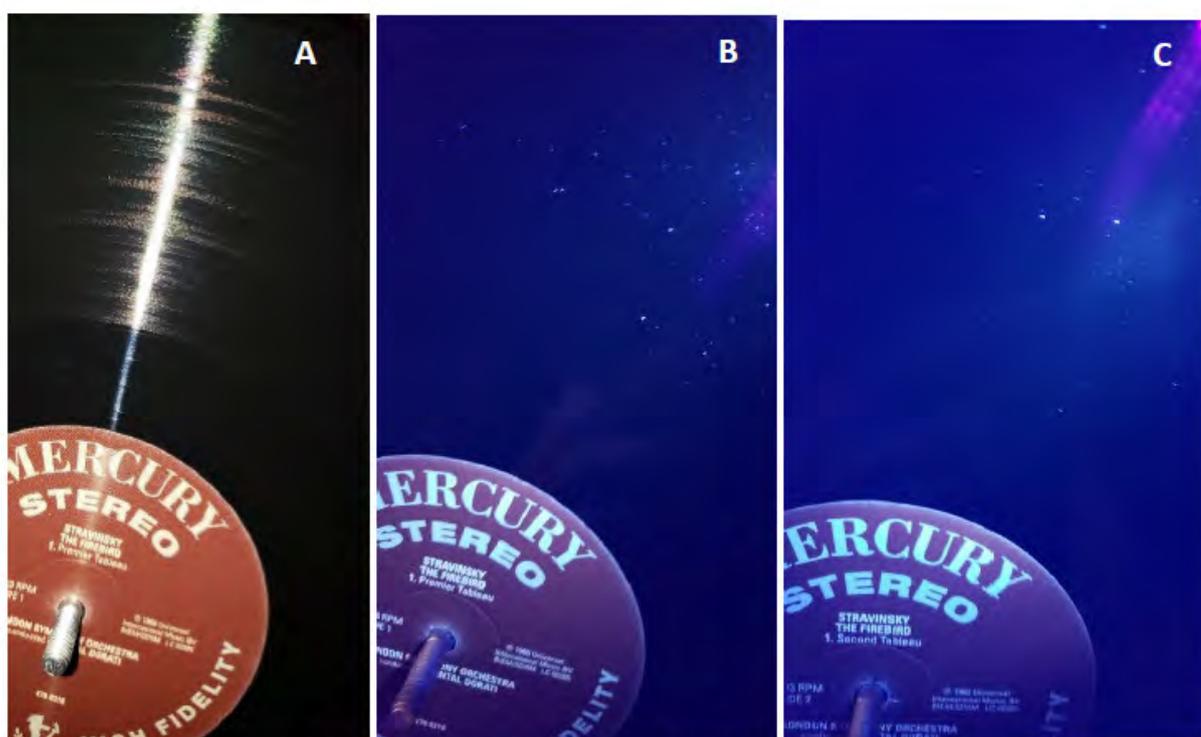


Figure 11 - One Record Inspected White & UV Light Before-After Cleaning

IV.9 Существуют ограничения при использовании ультрафиолетового осветителя. Масла и смазки на животной и растительной основе, такие как маслянистые отпечатки пальцев, воски и минеральные остатки твердой воды, как правило, флуоресцируют. Однако масла и смазки на минеральной основе, такие как моторное масло, и синтетические смазки, как правило, не флуоресцируют. Многие натуральные волокна (включая этикетку пластинки) и ворс флуоресцируют, но синтетические волокна из салфеток из микрофибры и антистатической салфетки из микрофибры **Kinetronics™ Tiger** не флуоресцируют.

IV.10 Записи, прошедшие прецизионную очистку, могут звучать, если не сказать больше, плохо: щелчки, хлопки, шипение и искажения. Причины могут быть самыми разными, например, следующими, но никакая чистка не исправит эти физические дефекты.

IV.10.1 Для новых записей: Некачественная запись.

IV.10.2 Для новых пластинок: Проблемы со штамповкой. Штамп, подготовленный в процессе нанесения покрытия, может иметь дефекты. Он мог быть подготовлен грязным, так что на его поверхности остались следы очень мелких/микроскопических частиц. Возможно, штамп был использован слишком часто и в настоящее время разрушен и/или отбрасывает частицы металла, которые попадают в пластинку.

IV.10.3 Для новых записей: недостатки формулировки записи. Как уже говорилось ранее, репродуцированный материал может не обладать теми же качествами, что и первичный. Смесь материалов может быть несовместима с допуском, в результате чего пластинка имеет несовместимую поверхность. Это может быть причиной распространенной ошибочной теории о том, что новые пластинки должны быть очищены от "плесени". Наличие масляных пятен является следствием плохой рецептуры пластинок - см. параграф X.1.5.

IV.10.4 Для новых пластинок: недостатки прессования. Неправильные нагрев, давление и время прессования могут оставить незаполненные участки. Неправильное охлаждение и время прессования могут привести к вытягиванию материала при разделении, оставляя микроскопические дефекты. Примечание: Нередко новая чистая пластинка в первые несколько проигрываний звучит шумно. Это не редкость. В процессе прессования часто остаются микроскопические заусенцы, и первые несколько проигрываний, по сути, "прижигают" поверхность, удаляя заусенцы.

IV.10.5 Для новых и бывших в употреблении пластинок: Очевидные глубокие царапины. Очень легкие поверхностные царапины часто не имеют значения. На подержанных пластинках множество легких поверхностных царапин может свидетельствовать об использовании некогда популярных автоматических чейнджеров, которые могли проигрывать стопку из многих пластинок.

IV.10.6 Для подержанных пластинок: Повреждения канавок, например, впадины от конических и эллиптических щупов, как показано на рис. 4 и рис. 5. Повреждения канавок могут быть также вызваны изношенным щупом. В статье *The Finish Line for Your Phonograph Stylus...*, by Mike Bodell, May 23, 2019 (47) это подробно рассматривается. В этом случае щуп вырезает/вытачивает гребни боковых стенок. Однако, как уже говорилось ранее (параграф I.8), щупы Shibata и другие щупы с усовершенствованным профилем могут иногда перекрывать впадины, образованные коническими и эллиптическими щупами. Однако повреждение, нанесенное щупом Shibata (или аналогичным), скорее всего, является "терминальным".

ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:

V.Шаг.1 Соберите все оборудование, материалы и растворы в месте, где есть доступ к относительно большой раковине, например, на кухне жилого дома. На рис. 12 показаны устройства для защиты этикеток пластинок Groovemaster™ и VinylStack™ (не показаны опциональная бутылка для мытья Nalgene и подставка для посуды). При необходимости приготовьте чистящие растворы, как указано в ГЛАВЕ III. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЧИСТЯЩИХ РАСТВОРОВ: Очистите (протрите) местную область, чтобы свести к минимуму перекрестное загрязнение и добиться наилучших результатов очистки.



Figure 12 - Step 1: Assemble Cleaning Process Solutions and Materials

V.Шаг.2 Сборка RLP: наденьте нитриловые перчатки. Положите устройство защиты этикеток на ровную поверхность, снимите внешнюю защиту этикеток, установите пластинку, соберите и затяните. После первой затяжки затяните еще примерно на 1/4 - 1/3 оборота, чтобы надежно зафиксировать защитный кожух. При использовании Groovemaster™ (или аналогичного типа RLP с ручками с обеих сторон) блок пенопласта (или другого материала) с отверстием для круглой пикообразной ручки с фиксированной наружной резьбой может облегчить сборку, так как он будет лежать ровно и устойчиво, как показано на рис. 14.

Согласно п. IV.1, для "исключительно грязных" записей, например, покрытых большими участками плесени или маслянистых остатков, рекомендуется выполнять предварительную очистку/ополаскивание V.Шаг и V.Шаг.5 дважды. В этом процессе используется очень мало чистящего средства, и особо грязные записи не могут быть очищены только одним нанесением чистящего средства.

V.Шаг.4 Предварительная очистка: Предварительная очистка с помощью чистящего средства **CLEANER**. Используя бутылку с распылителем **CLEANER**, обильно смочите обе стороны пластинки чистящим раствором. Раствор практически мгновенно смачивает поверхность (не образует капель). Слегка надавливая (ручка щетки может поцарапать пластинку), используйте щетку для чистки пластинок **Record Doctor™ Clean Sweep** (или аналогичную) умеренно короткими, быстрыми движениями вперед-назад (например, два движения вперед-назад в секунду), которые следуют (параллельны) дуге канавок, и очистите пластинку с обеих сторон раствором **CLEANER**. Для тех, кто знаком с машинами для чистки пластинок (RCM), очистка пластинки эквивалентна 3-5 оборотам. Движение щетки взад-вперед будет аналогично обратному вращению. Удержание пластинки под углом (примерно 45°-60°) может помочь в процессе очистки. Низкое поверхностное натяжение очистителя удерживает его на пластинке. Очиститель образует пену, как показано на рис. 17, причем большая часть пены собирается на щетке.



Figure 17 - Step 4: Pre-Clean with CLEANER Solution & Brush

При выполнении предварительной очистки V.Step.4 убедитесь, что пластинка остается влажной на протяжении всего этапа, чтобы обеспечить качественное ополаскивание. Ограничьте время воздействия средства предварительной очистки не более чем 15 минутами на сторону, чтобы снизить риск совместимости материалов с виниловой пластинкой (совместимость материалов рассматривается в ГЛАВЕ X. РАССМОТРЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ).

Пена, образующаяся в процессе очистки, полезна. Она помогает удалить мусор и грязь из канавки пластинки. Нейлоновая щетка, впитывающая пену, помогает удалить мусор и почву с пластинки, сводя к минимуму риск втирания мусора и частиц в пластинку.

V. Шаг.5 Смывка очистителя: используя теплую воду из-под крана, промывайте пластинку равномерной струей воды (не нужно распылять воду) на обеих поверхностях до тех пор, пока пластинка не освободится от чистящего средства. Во время промывки с очень легким нажимом используйте щетку для чистки пластинок Record Doctor™ Clean Sweep (или аналогичную), совершая умеренно медленные длинные движения вперед-назад (т.е. аналогично использованию малярной кисти), которые следуют (параллельны) дуге канавок, чтобы помочь воде промыть пластинку и очистить ее от чистящего средства. Но в конце отдельно промойте пластинку с обеих сторон и кисть только равномерной струей воды (без распыления), чтобы удалить очиститель с обеих сторон.

Если местная водопроводная вода недостаточно качественная и вместо нее используется DIW, рекомендуем использовать бутылку для промывки и ополаскивания Nalgene™ (или аналогичную), как указано в табл. I и показано на рис. Это обеспечит гораздо лучший поток и промывку, чем использование бутылки с распылителем.



Figure 18 – Step 5: Pre-Cleaner Rinse with Tap Water & Brush

Согласно параграфу IV.1, кислотная очистка **ACID** должна применяться для "**исключительно грязных**" и "**сильно загрязненных**" записей и рекомендуется для "**обычно чистых**". Кислотная очистка с помощью **ACID** может удалить очень мелкие частицы, которые не удастся удалить при предварительной очистке с помощью **CLEANER** - подробнее см. параграфы IV.8 и VIII.12. Если

кислотная очистка не будет проводиться, перейдите к окончательной очистке V.Шаг.8. Однако небольшое количество ACID и несколько минут дополнительного времени рекомендуется использовать, если есть какая-либо неуверенность в состоянии записи.

V. Шаг.6 Кислотная очистка: Кислотная очистка с помощью **ACID**. Аналогично V. Шаг.4, используя бутылку с распылителем (или оmyвочную бутылку) ACID, обильно смочите обе стороны пластинки раствором кислорпы. Раствор практически мгновенно смачивает поверхность (а не налипает на нее). Слегка надавливая (ручка щетки может поцарапать пластинку), используйте щетку для чистки пластинок Record Doctor™ Clean Sweep (или аналогичную), совершая умеренно короткие движения вперед-назад (например, одно движение вперед-назад в секунду), которые следуют (параллельны) дуге канавок, и очистите пластинку с обеих сторон раствором ACID. Для тех, кто знаком с машинами для чистки пластинок (RCM), очистка пластинки эквивалентна 3-5 оборотам. Движение щетки взад-вперед будет аналогично обратному вращению. Удержание пластинки под углом (примерно 45°-60°) может помочь в процессе очистки. Благодаря низкому поверхностному натяжению АКИД удерживается на пластинке. ACID образует пену, как показано на рис. 19, причем большая часть пены собирается на щетке.



Figure 19 - Step 6: Acid Clean with Brush

При проведении кислотной очистки необходимо следить за тем, чтобы пластинка оставалась влажной на протяжении всего этапа, чтобы обеспечить качественное промывание. Ограничьте время воздействия кислоты до 15 минут на каждую сторону, чтобы снизить риск совместимости

материалов с виниловой пластинкой (совместимость материалов рассматривается в ГЛАВЕ X. РАССМОТРЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ).

Пена, образующаяся в процессе кислотной очистки, полезна. Она помогает удалить мусор и грязь из канавки пластинки. Нейлоновая щетка, адсорбирующая пену, способствует удалению мусора и почвы с пластинки, сводя к минимуму риск затирания мусора и частиц в пластинке. Обратите внимание, что ACID пенится меньше, чем CLEANER.

V.Шаг.7 Смывка кислотного очистителя: Аналогично V.Шагу.5, используя теплую воду из-под крана, промывайте пластинку равномерной струей воды (без распыления) по обеим поверхностям до тех пор, пока на пластинке не останется следов очистителя. Во время промывки с очень легким нажимом используйте щетку для чистки пластинок Record Doctor™ Clean Sweep (или аналогичную) умеренно медленными длинными движениями вперед-назад (т.е. аналогично использованию малярной кисти), которые следуют (параллельны) дуге канавок, чтобы помочь воде промыть пластинку и очистить щетку от ACID. ACID смывается не так быстро, как CLEANER. Но в конце отдельно промойте пластинку с обеих сторон и кисточку только равномерной струей воды (без распыления), чтобы удалить ACID с обеих сторон.



Figure 20 – Step 7: Acid Rinse with Tap Water & Brush

V.Шаг.8 Финальная очистка: Окончательная очистка с помощью NID(ополаскиватель). Используя флакон для распыления (или промывки) NID, обильно смочите обе стороны пластинки чистящим раствором. Раствор NID практически мгновенно смачивает поверхность (не собирается в

бисеринки). Слегка надавливая (ручка щетки может поцарапать пластинку), используйте щетку Record Doctor™ Clean Sweep Record Brush (или аналогичную) умеренно короткими, быстрыми движениями вперед-назад (например, два движения вперед-назад в секунду), которые следуют (параллельны) дуге канавок, и очистите пластинку с обеих сторон раствором NID. Для тех, кто знаком с RCM, очистка пластинки эквивалентна 3-5 оборотам. Движение щетки взад-вперед будет аналогично обратному вращению. Очистите пластинку, выполнив 3-5 оборотов. Удержание пластинки под углом (примерно 45°-60°) может помочь в процессе очистки. Низкое поверхностное натяжение NID удержит его на пластинке. Как уже отмечалось, при использовании NID будет наблюдаться некоторое количество пены.

При выполнении окончательной очистки V. Шаг.8 следует ограничить время воздействия очистителя менее чем 15 минутами на каждую сторону, чтобы снизить риск совместимости материалов с виниловой пластинкой (совместимость материалов рассматривается в ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ).

Если образуется устойчивая пена, возможно, пластинка не была достаточно промыта после предварительной или кислотной очистки, либо для приготовления моющего раствора NID было использовано чрезмерное количество концентрата.



Figure 21 – Step 8: Final Clean with NID Solution & Brush

V. Шаг.9 Смывка ополаскивателя: Аналогично V.Шагу.5, используя теплую воду из-под крана, промывайте пластинку равномерной струей воды (без распыления) по обеим поверхностям до тех пор, пока на пластинке не останется чистящее средство. Во время промывки с очень легким

нажимом используйте щетку для чистки пластинок Record Doctor™ Clean Sweep (или аналогичную), совершая умеренно медленные, длинные движения вперед-назад (т.е. аналогично использованию малярной кисти), которые следуют (параллельны) дуге канавок, чтобы помочь воде промыть пластинку и очистить ее от чистящего средства. Но в конце отдельно промойте пластинку с обеих сторон и кисточку только равномерной струей (без распыления) водопроводной воды, чтобы убедиться, что NID удален с обеих сторон. Слегка встряхните пластинку, чтобы удалить крупные капли воды.



Figure 22 – Step 9: 1st Final Rinse with Tap Water & Brush

V. Шаг.10 Окончательное ополаскивание DIW: Используя бутылку с распылителем DIW (дистиллированная/деминерализованная вода), обильно опрыскайте поверхность пластинки сверху вниз (с обеих сторон), чтобы удалить водопроводную воду. Поверхность должна легко покрыться пузырьками, свидетельствующими об удалении всего очистителя. В результате останется только DIW, который после высыхания оставит чистую поверхность без пятен. Слегка встряхните пластинку, чтобы удалить крупные капли.



Figure 23 – Step 10: Final Spray Rinse with Distilled Water

V. Шаг.11 Первая сушка: С помощью губки **Super Cool™ PVA Cleanroom Sponge**, следуя дуге канавок пластинки, слегка протрите поверхность, чтобы удалить большую часть воды. При чрезмерном давлении может возникнуть скрип, похожий на скрип при протирании зеркала.

Эта губка поставляется влажной в пластиковой упаковке. Если дать ей высохнуть, она станет очень твердой, но, как указано в инструкции, размякнет после промывки в DIW. Губка Super Cool™ PVA Cleanroom Sponge должна высохнуть примерно за 3 записи, после чего ее необходимо отжать, чтобы удалить излишки влаги из DIW. Губка из ПВА достаточно прочна и может быть отжата без повреждений. Бесворсовые салфетки из микрофибры хорошо подходят для сушки рук и могут быть использованы для впитывания воды из губки ПВА. Обратите внимание, что губка из ПВА пригодна для использования в течение 6-12 месяцев. Использование только рук в перчатках продлевает срок службы, так как масла и грязь с тела не попадают на губку, не позволяя образовываться плесени.

Остерегайтесь хлопчатобумажных тканей - они могут давать много волокон и ворса. Я использовал хлопчатобумажную салфетку для посуды, чтобы высушить руки в перчатках между этапами работы. По окончании очистки, когда я осматривал пластинку с помощью УФ-лампы, она была покрыта ворсинками. Источником ворса была хлопчатобумажная салфетка для посуды,

которая переносила ворс на мои руки в перчатках, а затем они переносили ворс на все, к чему я прикасался.



Figure 24 – Step 11: Drying with Super Cool™ PVA Cleanroom Sponge

V. Шаг.12 Вторая сушка: Используя антистатическую салфетку **Kinetronics™ Tiger**, с очень небольшим нажимом просушите пластинку круговыми движениями, после чего влаги должно остаться совсем немного, а поверхность будет свободна от статического заряда. Затем, отойдя от раковины, хорошенько встряхните пластинку, чтобы удалить влагу, попавшую под края защитной наклейки пластинки. Вытрите все видимые капли. Это позволит свести к минимуму смачивание пластинки при снятии защитной пленки.

Антистатическая салфетка **Kinetronics™ Tiger** в основном не содержит ворса, но края салфетки не обработаны и не запаяны, поэтому во время использования возможно появление ворса. Не допускайте попадания краев ткани на пластинку. В противном случае ворсинки антистатической ткани **Kinetronics™ Tiger** видны при нормальном освещении и легко удаляются легкой чисткой пластинки тканью. При использовании антистатической салфетки **Kinetronics™ Tiger** для удаления ворса периодически встряхивайте салфетку во время работы (в стороне от пластинки), чтобы свести к минимуму попадание ворса и частиц с салфетки на пластинку.

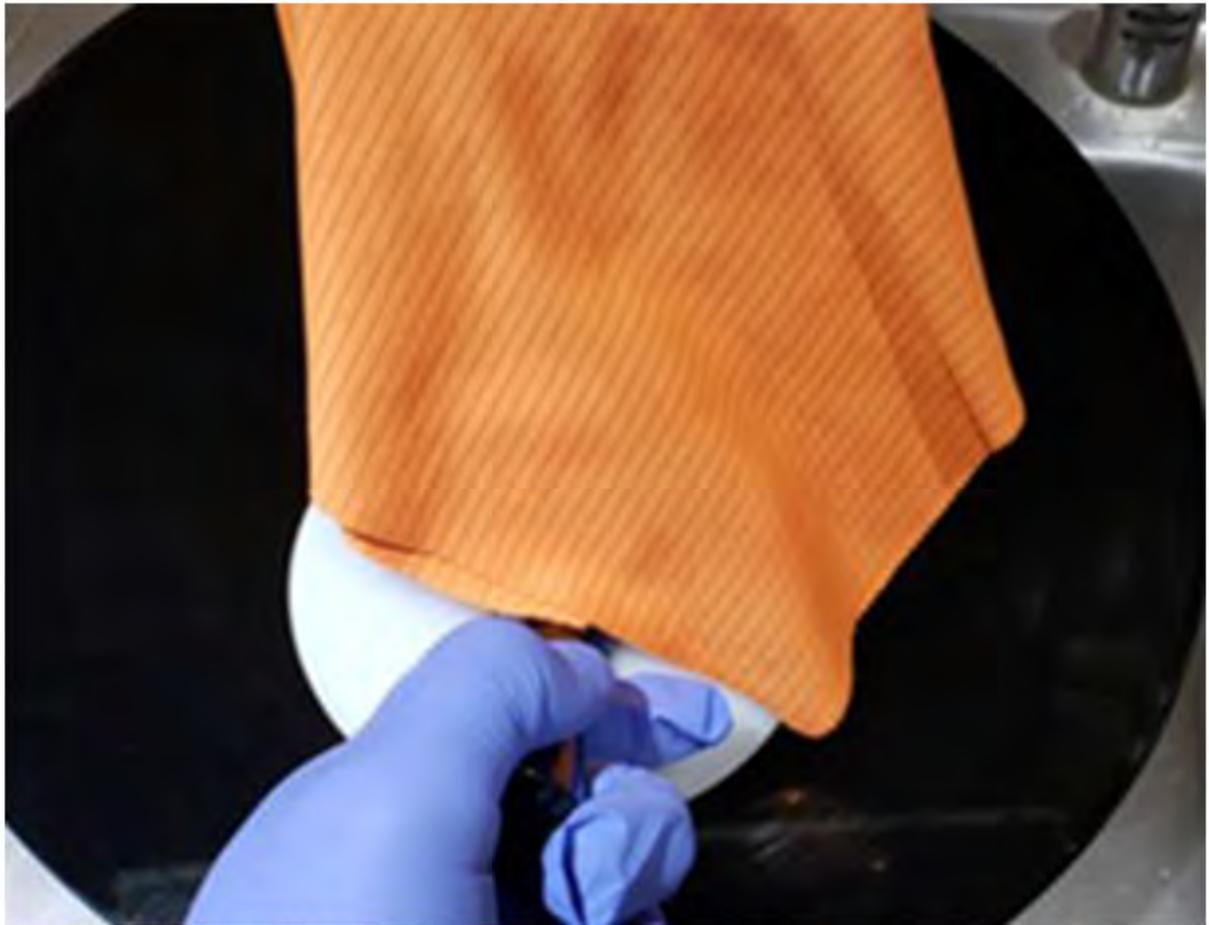


Figure 25 – Step 12: Drying with Kinetronics™ Anti-static Cloth

V. Шаг.13 Разборка RLP: Положите пластинку с защитой этикетки на твердую поверхность. Если RLP имеет ручки на обоих концах, как, например, Groovemaster™, то блок пенопласта (или другого материала) с отверстием для ручки может облегчить разборку, позволяя пластинке лежать ровно (см. рис. 14). Возьмитесь за защитную наклейку для пластинок и снимите ручку/кнопку и внешнюю защитную наклейку для пластинок. Несколько капель воды - это нормальное явление. Вытрите все видимые капли антистатической салфеткой Kinetronics™ Tiger. Переверните пластинку и вытрите все видимые капли антистатической салфеткой Kinetronics™ Tiger.



Figure 26 – Step 13: Record Label Protector Disassembly

Данная технологическая инструкция разработана для пакетной очистки примерно шести (6) пластинок. Если очищается только одна (1) пластинка, и время не критично, пластинку можно оставить в защитном чехле для этикеток, чтобы она полностью высохла, прежде чем приступить к разборке по V.Step.13. Однако чем дольше пластинка находится в окружающей среде, тем выше риск попадания на чистую пластинку невидимых частиц из воздуха (например, мелких ворсинок, видимых при УФ-облучении).

V.Шаг.14 Окончательная сушка: Если чистится несколько пластинок, снимите с них защитную этикетку, поместите в подставку для посуды, например, OXO™ Good Grips Dish Rack (имеет мягкие резиновые наконечники и позволяет укладывать 6 пластинок), и повторите процесс, начиная с V.Шага.2. В противном случае перейдите к V.Шагу.15. В зависимости от влажности окружающей среды пластинки должны полностью высохнуть менее чем за 15 минут. В сухие зимние месяцы пластинка может полностью высохнуть за 5 минут.



Figure 27 – Step 14: Records Drying on Rack

Использование портативного комнатного или настольного фильтра с высокой эффективностью очистки воздуха (HEPA) позволяет снизить риск загрязнения записей частицами воздуха на этапе сушки. Комнатные или настольные HEPA-фильтры легко доступны по цене (и качеству) от 75 долларов США и могут достигать многих сотен долларов за такие устройства, как Austin Air™ и Dyson™. Фильтрующие элементы HEPA-фильтров обычно рассчитаны на 2500 часов работы и более. Сменные воздушные фильтры HEPA для небольших комнатных или настольных устройств обычно стоят около 50 долл. и выше. Выбор стабильного поставщика обеспечит доступность сменных фильтров.

V. Шаг.15 После полного высыхания поместите чистую пластинку (пластинки) в антистатический рукав архивного качества. При осмотре с помощью дополнительной ультрафиолетовой лампы может быть обнаружен налет/частицы, которые можно удалить легкой чисткой антистатической салфеткой Kinetronics™ Tiger. При очистке трех или более пластинок первая пластинка, скорее всего, будет сухой и готовой к вложению в гильзу после очистки третьей пластинки.

Чтобы сохранить губку и салфетки из микрофибры чистыми, старайтесь поменьше работать с губкой ПВА и салфетками из микрофибры голыми руками. Сухие руки постоянно отбрасывают отмершие клетки кожи. Губку ПВА и салфетки из микрофибры можно очищать/промыть DIW руками в перчатках. Если губка ПВА или салфетки для сушки загрязнились настолько, что требуют стирки с моющим средством, их следует заменить

V.Шаг.16 С помощью спрея DIW или бутылки для мытья/ополаскивания промойте щетку для записи Record Doctor™ Clean Sweep, дайте ей высохнуть и рекомендуйте хранить в чистом пластиковом пакете или контейнере для поддержания чистоты. Отожмите излишки воды из губки ПВА и храните ее влажной в пластиковом пакете или контейнере. Развесьте салфетки из микрофибры для просушки, после высыхания встряхните их для удаления частиц, затем рекомендуется хранить в чистом пластиковом пакете или контейнере для поддержания чистоты салфеток. Снимите нитриловые перчатки и утилизируйте их, а при использовании многоразовых нитриловых перчаток - высушите и храните для дальнейшего использования.

V. Шаг.17 Кислотное мытье. Некоторые новые, но особенно бывшие в употреблении пластинки даже после полной очистки могут продолжать шуметь; вероятным источником являются очень мелкие вязкие частицы - см. параграфы IV.8 и VIII.12 для получения дополнительной информации. Более длительное воздействие кислоты может растворить или разбухнуть частицы (частицы) настолько, что их можно будет удалить.

V.Шаг 17.1 Поместите пластинку на пластиковую миску/чашку так, чтобы она соприкасалась только с защитой этикетки, как показано на рис. 28.

V.Шаг 17.2 Выровняйте пластинку и нанесите обильное количество ACID , чтобы пластинка была равномерно смочена, и оставьте примерно на 15 минут.

V.Шаг 17.3. Промойте пластинку теплой или горячей водопроводной водой и проведите по ней щеткой аналогично V.Шагу.7. Затем нанесите DIW на пропитанную кислотой сторону. Переверните и повторите шаги 1 и 2, описанные выше.

В качестве альтернативы V.Step 17.1-V.Step 17.3 заполните раковину или неглубокий пластиковый контейнер достаточного диаметра/глубины, чтобы полностью погрузить пластинку, ACID на 15 мин. Этот процесс займет меньше времени, но при этом будет использовано гораздо больше DIW и кислоты.

V.Шаг 17.4 После того как 2-я сторона будет пропитана кислотой и промыта водопроводной водой, перейдите к V.Шагу 6 "Кислотная очистка" и завершите оставшийся процесс очистки всей пластинки. Этот процесс помогает удалить набухшие частицы, которые могут быть удалены с помощью небольшого количества кислоты и перемешивания. Кроме того, последующий этап окончательной очистки гарантирует удаление всей кислоты.



Figure 28 – Step 17: Record Acid Soak

.....

V. Шаг.18 Стойкие пятна. Если после полной ручной очистки и кислотного замачивания остаются видимые загрязнения неизвестного происхождения - см. параграф VIII.13 для двух безопасных вариантов: тампон с изопропиловым спиртом или детергентно-ферментное замачивание; и затем два последних варианта.

ГЛАВА VI. ПОДДЕРЖАНИЕ ЧИСТОТЫ:

После того как чистота пластинки установлена, необходимо ее поддерживать. В Интернете можно найти много хороших рекомендаций по уходу за пластинками, например, как обращаться с ними, чтобы избежать отпечатков пальцев на рифленной поверхности, избегать солнечного света, упаковывать в антистатические и безворсовые гильзы архивного качества. Однако очень мелкие частицы и статическое электричество могут стать проблемой, а некоторые методы могут принести больше вреда, чем пользы.

VI.1 В техническом документе THE WEAR AND CARE OF RECORDS AND STYLI, автор Harold D. Weiler, 1954 (34), говорится: "Было придумано множество методов борьбы с пылью на пластинках и уменьшения ее влияния на износ и воспроизведение. Однако ни один из этих методов никогда не был полностью эффективным, и все они канули в Лету за одним исключением - чистящей подушечкой. К сожалению, в 1954 году это устройство широко использовалось, несмотря на то, что оно не очищает пластинки! Чистящая подушечка действительно может повредить пластинки, царапая их и втирая в канавки микроскопические частицы пыли и песка. Помимо чрезмерного износа пластинок и щупов, эти частицы пыли также повышают уровень шума пластинки. Поскольку частицы пыли и песка часто не уступают по размерам отпечаткам в канавке пластинки, создающим звук, они влияют на движение щупа, вызывая случайные импульсы, которые преобразуются в шум. Повышение уровня шума из-за пыли и песка является основным фактором, способствующим возникновению шипящего звука, который обычно и ошибочно называют "скрежетом иглы".

VI.2 В статье Record Contamination: Causes and Cure" Percy Wilson, 1965, (61) повторяются слова Гарольда Д. Вейлера, который говорит о том, что сухая истка может вернуть больше, чем удалить. Материал сухой очистки в конечном итоге пропитывается частицами/грунтом и, вместо того чтобы удаляться, вновь попадает на пластинку. В статье также говорится, что "...многократно используемая влажная прокладка или подобное устройство может стать положительной угрозой". А вот широко используемая щетка Discwasher™ US Patent 3,951,841 от 1976 года (17), в которой нет никаких упоминаний о работах Percy Wilson, 1965, и Harold D. Weiler 1954, гласит: "Щетка данного изобретения изготовлена из развитой ткани с очень тонким, наклонным и угловато ориентированным ворсом из волокон достаточно малого размера, чтобы достичь дна канавок пластинки. Щетка захватывает и удерживает грязь, когда чистится против своих угловатых волокон, а также впитывает, как в капиллярном притяжении, жидкость и грязь, смягченную жидкостью. Кроме того, угловатый ворс этой щетки предназначен для высвобождения накопленной ею поверхностной грязи и пыли при чистке в противоположном направлении любой другой тканевой поверхности".

VI.3 Тем не менее, по-прежнему используются щетки и подушечки для пластинок различных конструкций, которые применяются либо для удаления частиц, либо для снятия статического заряда с помощью токопроводящей щетки или смоченной подушечки. Одна из проблем, связанных со статическим зарядом, заключается в том, что он притягивает к пластинке пыль из воздуха, что вызывает щелчки и хлопки. В руководстве MIL-HDBK-263B Electrostatic Discharge Control (ESD) Handbook for Protection of Electrical and Electronic Parts, Assemblies and Equipment (48) для целей электростатического разряда (ESD) используются следующие определения, при этом отмечается, что антистатическими считаются проводящие и рассеивающие материалы.

VI.3.1 Поверхностный проводящий материал. Материалы с поверхностным удельным сопротивлением менее 105 Ом на квадрат или материалы с объемным удельным сопротивлением менее 104 Ом-см.

VI.3.2 Поверхностный диссипативный материал. Материалы с поверхностным удельным сопротивлением, равным или большим 105, но меньшим 10¹² Ом на квадрат, или материалы с

объемным удельным сопротивлением, равным или большим 10^4 , но меньшим 10^{11} Ом-см. В общем случае понятие "диссипативный" в терминах ESD подразумевает, что статический заряд рассеивается медленно - как правило, в течение нескольких секунд. Диссипативные поверхности используются для предотвращения случайного замыкания чувствительных полупроводников, если они были помещены на проводящую поверхность.

VI.3.3 Изолирующий материал. Для целей защиты от электростатического разряда изоляционными считаются материалы, не определенные как проводящие или диэлектрические (более 10^{12} Ом на квадрат или более 10^{11} Ом-см).

VI.4 Трибоэлектрический эффект (источник MIL-HDBK-263B (48)): "Возникновение статического электричества при контакте или трении двух веществ называется трибоэлектрическим эффектом. Трибоэлектрический ряд - это список веществ, расположенных в порядке от положительного до отрицательного заряда в результате трибоэлектрического эффекта. Вещество, находящееся выше в списке, заряжается положительно (теряет электроны) при контакте с веществом, находящимся ниже в списке (набирает электроны). Порядок расположения в трибоэлектрическом ряду не всегда является постоянным или повторяющимся. Кроме того, степень разделения двух веществ в трибоэлектрическом ряду не обязательно указывает на величину зарядов, создаваемых трибоэлектрическим эффектом. Порядок в ряду и величина зарядов зависят от свойств вещества, но эти свойства изменяются под влиянием таких факторов, как чистота, условия окружающей среды, давление при контакте, скорость растирания или разделения, а также площадь контакта, на которой происходит растирание. Помимо трения двух различных веществ, значительные электростатические заряды могут также возникать трибоэлектрическим путем при разделении двух кусков одного и того же материала, особенно обычного пластика, находящихся в тесном контакте, как это происходит при разделении сторон пластикового пакета. Некоторые металлы могут создавать значительные заряды за счет трибоэлектрической генерации. Алюминий при трении с обычным пластиком может создавать значительные электростатические заряды".

VI.5 Рис. 29 представляет собой трибоэлектрический ряд, показывающий относительное положение различных материалов, полученный из статьи Effect of the relative permittivity of oxides on the performance of triboelectric nanogenerator, Yeon Joo Kim, Jaejun Lee, Sangwon Park, Chanhoo Park, Cheolmin Park and Heon-Jin Cho, RSC Adv., 2017, 7, 49368; изменен для показа положения рук человека.

VI.6 Существует ряд опубликованных количественных трибоэлектрических серий, последняя из которых Quantifying the Triboelectric Series опубликована в 2015 году (63). Таблица в этой последней серии аналогична предыдущей, широко распространенной The Triboelectric Series, Bill W. Lee, David E. Orr; ©2009 by AlphaLab, Inc (11), которая приводится в виде табл. IV (и воспроизводится полностью).

VI.6.1. Из табл. IV следует, что ПВХ занимает очень высокое место (потенциал отрицательного заряда) в трибоэлектрическом ряду. Опасность статического заряда заключается в разнице между двумя материалами. Материал с наибольшим сродством к отрицательному заряду будет заряжаться отрицательно; другой материал может остаться с положительным зарядом. Однако для натуральных продуктов, таких как кожа, уровень влажности которой может изменить состояние материала от низкого (положительно заряженного) до умеренно высокого (отрицательно заряженного), возможны существенные различия. Пластинка очень восприимчива к образованию отрицательного статического заряда, и влажность окружающей среды является, пожалуй, самым главным фактором.



Figure 29 - Triboelectric Series
(Image Courtesy of RSC Adv., 2017, 7, 49368)

Table IV
TriboElectric Table
[courtesy www.alphalabinc.com]

Material	Charge Affinity (nC/I)	Charge acquired if rubbed with metal (W=weak, N=normal, or consistent with the affinity)	Notes: Tests were performed by Bill Lee (Ph.D., physics). ©2009 by AlphaLab, Inc. (TriField.com), which also manufactured the test equipment used. <i>This table may be reproduced only if reproduced in whole</i>
Polyurethane foam	+60	+N	All materials are good insulators (>1000 T ohm cm) unless noted.
Sorbothane™	+58	-W	Slightly conductive. (120 G ohm cm).

Material	Charge Affinity (nC/J)	Charge acquired if rubbed with metal (W=weak, N=normal, or consistent with the affinity)	Notes: Tests were performed by Bill Lee (Ph.D., physics). ©2009 by AlphaLab, Inc. (TriField.com), which also manufactured the test equipment used. <i>This table may be reproduced only if reproduced in whole</i>
Box sealing tape (BOPP)	+55	+W	Non-sticky side. Becomes more negative if sanded down to the BOPP film.
Hair, oily skin	+45	+N	Skin is conductive. Cannot be charged by metal rubbing.
Solid polyurethane, filled	+40	+N	Slightly conductive. (8 T ohm cm).
Magnesium fluoride (MgF2)	+35	+N	Anti-reflective optical coating.
Nylon, dry skin	+30	+N	Skin is conductive. Cannot be charged by metal rubbing.
Machine oil	+29	+N	
Nylatron (nylon filled with MoS ₂)	+28	+N	
Glass (soda)	+25	+N	Slightly conductive. (Depends on humidity).
Paper (uncoated copy)	+10	-W	Most papers & cardboard have similar affinity. Slightly conductive.
Wood (pine)	+7	-W	
GE brand Silicone II (hardens in air)	+6	+N	More positive than the other silicone chemistry (see below).
Cotton	+5	+N	Slightly conductive. (Depends on humidity).
Nitrile rubber	+3	-W	
Wool	0	-W	
Polycarbonate	-5	-W	
ABS	-5	-N	
Acrylic (polymethyl methacrylate) and adhesive side of clear carton-sealing and office tape	-10	-N	Several clear tape adhesives have an affinity almost identical to acrylic, even though various compositions are listed.
Epoxy (circuit board)	-32	-N	
Styrene-butadiene rubber (SBR, Buna S)	-35	-N	Sometimes inaccurately called "neoprene" (see below).
Solvent-based spray paints	-38	-N	May vary.
PET (mylar) cloth	-40	-W	
PET (mylar) solid	-40	+W	
EVA rubber for gaskets, filled	-55	-N	Slightly conductive. (10 T ohm cm). Filled rubber will usually conduct.
Gum rubber	-60	-N	Barely conductive. (500 T ohm cm).
Hot melt glue	-62	-N	
Polystyrene	-70	-N	
Polyimide	-70	-N	

Material	Charge Affinity (nC/I)	Charge acquired if rubbed with metal (W=weak, N=normal, or consistent with the affinity)	Notes: Tests were performed by Bill Lee (Ph.D., physics). ©2009 by AlphaLab, Inc. (TriField.com), which also manufactured the test equipment used. <i>This table may be reproduced only if reproduced in whole</i>
Silicones (air harden & thermoset, but <i>not</i> GE)	-72	-N	
Vinyl: flexible (clear tubing)	-75	-N	
Carton-sealing tape (BOPP), sanded down	-85	-N	Raw surface is very + (see above), but close to PP when sanded.
Olefins (alkenes): LDPE, HDPE, PP	-90	-N	UHMWPE is below. Against metals, PP is more neg than PE.
Cellulose nitrate	-93	-N	
Office tape backing (vinyl copolymer ?)	-95	-N	
UHMWPE	-95	-N	
Neoprene (polychloroprene, <i>not</i> SBR)	-98	-N	Slightly conductive if filled (1.5 T ohm cm).
PVC (rigid vinyl)	-100	-N	
Latex (natural) rubber	-105	-N	
Viton, filled	-117	-N	Slightly conductive. (40 T ohm cm).
Epichlorohydrin rubber, filled	-118	-N	Slightly conductive. (250 G ohm cm).
Santoprene rubber	-120	-N	
Hypalon rubber, filled	-130	-N	Slightly conductive. (30 T ohm cm).
Butyl rubber, filled	-135	-N	Conductive. (900 M ohm cm). Test was done fast.
EDPM rubber, filled	-140	-N	Slightly conductive. (40 T ohm cm).
Teflon	-190	-N	Surface is fluorine atoms– very electronegative.

VI.6.2. При снижении влажности окружающей среды ниже 35% (что часто происходит в зимнее время) вероятность образования статического заряда высока. Использование комнатного увлажнителя воздуха приносит пользу, несмотря на образование бактерий и твердых частиц. Простой способ, рекомендованный доктором А.Дж. ван ден Хулом <https://www.vandenhul.com>, заключается в размещении губки (рекомендуется антибактериальная), смоченной дистиллированной водой, для повышения локальной влажности вблизи проигрывателя. Стоит следить за влажностью воздуха в доме, благо недорогие приборы, такие как Acu-Rite™ Model 01083M, вполне доступны (<https://www.acurite.com/acurite-01083m-pro-indoor-temperature-and-humidity-monitor.html>);).

VI.7 В трибоэлектрическом ряду руки человека могут быть очень положительно заряжены (теряют электроны), а виниловые пластинки (в основном ПВХ) могут быть очень отрицательно заряжены (приобретают электроны). Использование токопроводящей щетки для снятия статического электричества с пластинки, предназначенной для использования человеческого тела в качестве пути заземления, может не сработать, если человеческое тело не заземлено, и даже в этом случае человеческое тело, зависящее от многих переменных, может в лучшем случае только рассеивать его. Согласно табл. V, во влажной среде удельное сопротивление тела человека может быть достаточно низким, чтобы быть проводящим, но в сухом воздухе, когда развитие статики на пластинке является обычным делом, тело человека в лучшем случае является рассеивающим. В противном случае, в зависимости от условий окружающей среды, может произойти обратное: тело человека через проводящую щетку из углеродного волокна может фактически зарядить пластинку.

Поэтому, прежде чем использовать токопроводящую щетку для снятия статики с пластинки, всегда заземляйтесь на что-то металлическое.

Table V
Human Hands Electrical Resistance

Human Hands Condition	Resistance	
	Dry	Wet
Finger Touch	40 k Ω to 1 M Ω	4 k Ω to 15 k Ω
Finger-Thumb Grasp	10 k Ω to 30 k Ω	2 k Ω to 5 k Ω

VI.8 В статье Phonograph Reproduction 1978, James H. Kogen, Audio Magazine May 1978 (36) довольно подробно рассматривается статическое электричество; что его вызывает, а что нет - игла в канавке не является источником статического электричества. В статье указывается, что статика не является однородной, а существует в виде островков на пластинке. Кроме того, когда статический заряд становится достаточно высоким, чтобы разрядиться на картридж, он уменьшается только до 4200 вольт. Сам по себе статический заряд на пластинке в 4200 вольт не создает шума, но он может за счет электростатических сил притяжения вызвать переходное увеличение VTF картриджа на 0,375 грамма, что приведет к искажениям и преждевременному износу. Таким образом, борьба со статическим электричеством имеет много преимуществ. Глубокая влажная очистка, как описано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ.; ГЛАВЕ XIII. ОБСУЖДЕНИЕ МАШИН ДЛЯ ВАКУУМНОЙ ОЧИСТКИ РЕКОРДОВ: и ГЛАВА XIV. ОБСУЖДЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ЗАПИСИ: удалит все помехи с записи. Тогда возникает вопрос о поддержании чистоты.

VI.9 Щетки: Тремя популярными материалами щеток для снятия статики (токопроводящих щеток) и пыли являются углеродное волокно и Thunderon®, а также щетки Gordon Brushes® (32) и Corebrid®.

VI.9.1 КАРБОНОВОЕ ВОЛОКНО: Очень тонкое [\varnothing 0,000283] (~7,6 мкм) волокно, состоящее на 95% из чистого углерода. Прочность волокна на разрыв составляет 575 ksi, модуль упругости при растяжении - 35 msi, удельное электрическое сопротивление - 0,00055 Ом. Популярны в щетках для бесконтактного и легкого заземления благодаря высокой проводимости. Не рекомендуется использовать в устройствах с высокими требованиями к изгибу, поскольку углеродное волокно имеет низкую усталостную прочность на изгиб и может легко сломаться." Из этого следует, что углеродные щетки должны использоваться только для легкого прикосновения к пластинке. Кроме того, диаметр углеродного волокна достаточно мал чтобы глубоко проникать в канавку пластинки, что может привести к отрыву волокон, создавая частицы вместо их удаления. Существует множество разновидностей карбоновых щеток для пластинок. Наиболее эффективными являются те, которые используются в ESD-индустрии и имеют полностью алюминиевую ручку для обеспечения максимальной проводимости волокон, например Carbon Fiber Brushes (amstat.com).

VI.9.2 THUNDERON®: Очень мягкое акриловое волокно, на которое химически нанесен слой сульфида меди. Этот внешний слой становится частью самого волокна, что исключает проблему "отслаивания", характерную для других проводящих волокон. Волокно выпускается двух диаметров - 0,07 мм (0,0028"/~70 мкм) и 0,11 мм (0,0043"/~110 мкм). Его проводящий слой является сверхтонким - 300-1000 (ангстрем). Удельное электрическое сопротивление Thunderon® составляет $10^1 - 10^2 \Omega \text{ см}$ ". Thunderon®, хотя и относится к проводящим материалам, не так электропроводен, как углеродное волокно, но диаметр щетины не будет глубоко проникать в канавку пластинки, а гибкость изделия менее подвержена изломам и разрывам. В распространенной конструкции щетки щетинки смонтированы в токопроводящую пластиковую ручку.

VI.9.3 COREBRID™ B®: Полое акриловое волокно, заполненное токопроводящим материалом, производимое компанией Mitsubishi Chemical™. Диаметр этого волокна составляет 0,03 мм

(0,0012"/~30 мкм), а его электрическое сопротивление измеряется в пределах 100 - 10²Ω см. Это волокно используется в записывающей щетке Analog Relax™.

VI.9.4 При простом наблюдении за кистью для пластинок из углеродного волокна или Thunderon® с ярким белым светом или ультрафиолетовым черным светом под углом 30-45 градусов можно заметить, что кисти часто перемещают только пыль. Это согласуется с данными отчета NASA/TM-2011-217231 "Оценка использования щеток в качестве стратегии борьбы с лунной пылью на поверхностях терморегулирования" (58), в котором оценивалась эффективность и производительность различных материалов щеток для удаления пыли с краски терморегулирования или алюминизированной поверхности терморегулирования. В отчете резюмируется, что "хотя была испытана только одна щетка с угольной щетиной, ее эффективность оказалась самой низкой". В исследовании NASA также проводились испытания Thunderon®. В лабораторных условиях Thunderon® эффективно удалял пыль с алюминизированной поверхности терморегулирования, но не удалял пыль с лакокрасочной поверхности терморегулирования. В отчете NASA указано, что лучшими щетками для удаления твердых частиц являются стекловолоконная щетка Zephyr™ и нейлоновая веерная щетка Escoda™. Однако эти щетки, проникая в канавку пластинки, потенциально приносят больше вреда, чем пользы, но очень эффективны для удаления пыли, скапливающейся на проигрывателе.

VI.9.5 Нейлоновые щетки, такие как Record Doctor™ Cleaning Brush, полезны в качестве "влажной" щетки, поскольку диаметр щетины 0,002" не проникает глубоко в канавку пластинки. Но при использовании в сухом виде на виниловой пластинке может возникнуть статический заряд из-за трибоэлектрического эффекта, когда нейлон имеет сильный положительный заряд, а виниловая пластинка - сильный отрицательный заряд.

VI.10 Удаление и предотвращение статики: Как удалить статическое электричество и пыль с поверхности пластинки, не причинив при этом больше вреда, чем пользы? Из предыдущего обсуждения следует, что удаление статики и твердых частиц - это две разные проблемы. Самый простой метод предотвращения статического электричества во время использования пластинки - это поддержание влажности окружающей среды на уровне около 40%. Более подробно механизм его действия рассматривается в параграфе VIII.10.2.

VI.10.1. Статику можно снять с пластинки с помощью токопроводящих щеток, но они должны лишь едва касаться поверхности пластинки, а вы должны быть заземлены, если только щетка не имеет отдельного провода заземления. Существуют тоннароподобные антистатические подметальные устройства, в которых используется токопроводящая щетка и заземляющий провод для непрерывного снятия статики во время воспроизведения пластинки. Насколько эффективны токопроводящие щетки для снятия статического электричества - только частично. В статье Sealeze™ SSG515AT2D Static Dissipation Brush Performance in an Operational Environment (72) щетки Thunderon™ в заземленном металлическом каркасе смогли снизить статический заряд, образовавшийся при производстве пластиковой пленки, только до 4000 вольт, тогда как щетка с ионизирующим устройством смогла снизить статический заряд менее чем до 300 вольт. Как уже говорилось ранее, снижение статического заряда до 4000 вольт будет достаточным для предотвращения статического индуктивного шума, но недостаточным для предотвращения влияния на VTF.

VI.10.2 Другими методами снятия статического электричества являются ионизирующие устройства, нейтрализующие статическое электричество. Ионизирующие устройства широко используются в электронной и обрабатывающей промышленности и варьируются от компактных настольных приборов, таких как Desco™ 60505 Bench Top Ionizer, до ионизирующих воздушных пистолетов, использующих сжатый воздух для больших применений. Устройства, работающие от сети переменного тока, производят как отрицательные, так и положительные ионы, а устройства,

работающие от сети постоянного тока, производят либо отрицательные, либо положительные ионы в зависимости от заряда анода - отрицательного или положительного. К ионизирующим устройствам для звукозаписи относятся Milty Zerostat™ 3 Anti-static Gun, Furutech™ Destat III и непрерывный ионизатор винила DS Audio ION-001. Однако следует иметь в виду, что любое ионизирующее устройство может выделять озон и что резина Buna-N (нитрил) очень чувствительна к растрескиванию под воздействием озона; в то время как резина EPDM (этилен-пропилен-диен-мономер) не чувствительна к озону.

VI.10.2.a Недорогие плазменно-дуговые зажигалки, такие как RONXS™ Candle Lighter RONXS Lighter, Candle Lighter with Multi-protect Safety System, Rechargeable | RONXS, могут быть использованы для снятия статического электричества. Причина их действия заключается в том, что возникающая при этом голубая дуга является коронным разрядом. А корона производит заряженные ионы, а это устройство, работающее от постоянного тока, в зависимости от заряда анода может производить как отрицательные, так и положительные ионы. На аудиофорумах пишут, что устройство RONXS™ работает, а это означает, что оно вырабатывает положительные ионы, которые нейтрализуют отрицательные ионы (статическое электричество) на пластинке. Для использования устройства одни утверждают, что нужно обводить пластинку по кругу в течение нескольких секунд, другие - что при вращении пластинки нужно двигаться по ней в течение нескольких секунд. В обоих случаях вся поверхность пластинки будет покрыта положительными электронами; при этом устройство должно находиться на высоте около 1 дюйма от поверхности пластинки. К сведению, при работе прибора выделяется небольшое количество озона, однако его редкое использование (не более нескольких секунд в 1/2 часа) не должно вызывать беспокойства.

VI.10.2.b Для ковров и ковровых покрытий эффективным методом нанесения временного антистатического покрытия (остатка) на ковер или ковровое покрытие является протирание поверхности вблизи проигрывателя с помощью простыни для сушки одежды. Антистатические спреи для пластинок, скорее всего, оставят на пластинке пленку, содержащую четвертичную аммониевую соль, которая также является катионным поверхностно-активным веществом, обычно используемым в сильных дезинфицирующих средствах - см. ГЛАВА VIII. Обсуждение предварительных очистителей: для обсуждения поверхностно-активных веществ и антистатических покрытий.

VI.10.3 Заземление металлического диска пластинки иногда помогает снизить статический заряд на пластинке. В этом случае между корпусом подшипника пластинки и точкой электрического заземления подключается ремень/провод заземления. Различные места заземления могут дать разные результаты. Первая попытка заземления должна быть направлена на заземление фонокорректора. Если это не удастся, попробуйте найти точку заземления ближе к розетке, подающей переменное напряжение на аудиосистему, и подключиться к заземлению розетки через винты крепления крышки.

VI.10.3.a В соответствии с документом NASA Electrical Bonding: A Survey of Requirements, Methods, and Specifications, NASA/CR-1998-207400, Mar 1998 (56), эффективная связь (заземление) для невзрывоопасного электростатического разряда должна иметь сопротивление 10 мегаом или меньше по отношению к земле. Этого легко достичь с помощью простого одножильного провода. Однако это промышленное требование ESD предназначено для обеспечения безопасности и не рассчитано на отвод как можно большего статического заряда, чтобы минимизировать притягивание пыли к виниловой пластинке, что приводит к щелчкам и хлопкам. В документе NASA говорится о том, что для топливных систем соединение электростатического разряда с землей должно иметь сопротивление 1 Ом или меньше.

VI.10.3.b Реалистичной целью является обеспечение наименьшего импеданса пути к земле. Луженый медный кабель в оплетке шириной 1/4 дюйма легко доступен и может быть

использован для простой сборки низкоомного кабеля заземления с применением соответствующих концевых разъемов, расширяемой оплетки из полиэтилена 1/4 дюйма для внешнего вида и защиты, а также термоусадки для герметизации концов. 24-дюймовый кабель с оплеткой из луженой меди шириной 1/4 дюйма, показанный на рис. 30, имеет сопротивление 0,1 Ом, в то время как 24-дюймовый зеленый одножильный провод заземления имеет сопротивление 0,3 Ом. На коротких расстояниях разница незначительна, но если необходимо заземлить розетку, расположенную на расстоянии 8 футов, то разница может оказаться более существенной.



Figure 30 - Ground Cable

VI.11 Статика и коврики для записи: Различные коврики для записей, как сообщается, имеют различный уровень успеха в снятии или предотвращении статического электричества. Я успешно использую материал ковриков для записей "сделай сам" (DIY), который применяется для рабочих поверхностей ESD, как показано на рис. 31. Это материал Bertech™ ESD Vinyl Mats and Mat Kits, 3059 Series ESD-Vinyl-Mats-Datasheet-3059.pdf (bertech.com) -. Толщина материала составляет всего 0,1 дюйма (3/32), но он трехслойный. Верхний слой - слегка тисненый (серый или синий) винил с диссипативным составом, нижний - гладкий винил с диссипативным составом, а центральный - токопроводящий "флис". Материал жесткий (но в центре пористый и не совсем твердый) с диаметром 85A, поэтому он обладает некоторой амортизацией, но может быть разрезан ножницами. Центр является электропроводящим. Поверхность трехслойного мата Bertech™ заявлена как непроницаемая практически для любого чистящего средства, поэтому долговечность антистатических свойств должна быть очень хорошей. Примечание: Поставляется в свернутом виде, и после резки потребуются некоторое время для полного расплющивания. Кроме того, слегка подрежьте отверстие для шпинделя в коврике с помощью боксерской фрезы, чтобы обеспечить хороший контакт со шпинделем. Кроме того, без углубления для этикетки пластинки коврик используется с зажимом для пластинок рефлекторного типа. Мой проигрыватель VPI™ оснащен винтовым рефлекторным зажимом. Рефлекторные зажимы для гладких шпинделей выпускаются компаниями Michell™, Record Doctor™, SOTA™ и другими.



Figure 31 - Bertech™ ESD Vinyl Record Mat

VI.11.1 Мой алюминиевый диск/шпиндель заземлен, как указано (п. VI.10.3), на розетку и измерено 0,5 Ом между центром проводящего мата и розеткой. Но поверхность мата, будучи виниловой, соответствует материалу пластинки, но тиснение не обеспечивает плотного прилегания к пластинке, поэтому статическое электричество не должно возникать. Статика на пластинке должна отводиться по поверхности к заземленному шпинделю или через верхнюю рассеивающую виниловую крышку к проводящему центру и заземленному шпинделю. Несмотря на то что вал/шпиндель пластинки заземлен, любой статический заряд, попавший на пластинку, может пройти по пути наименьшего сопротивления, если он находится в непосредственном контакте (большая площадь поверхности), при этом следует учитывать, что подшипник пластинки смазан, что обеспечивает некоторую изоляцию, и только шпиндель находится в непосредственном контакте с пластинкой. Верхняя и нижняя диссипативные поверхности винила предотвращают трибоэлектрический эффект от алюминиевой пластинки к пластинке. Кроме того, статический заряд, который может попасть на пластинку с приводных ремней из резины EPDM, рассеивается матом на шпинделе пластинки.

VI.11.2 Материал коврика и его использование не открывают ничего нового; он просто представляет собой хороший набор антистатических и демпфирующих свойств, который соответствует общепринятым принципам ESD, таким как заземление всех проводников и минимизация материалов изолирующего типа. К сожалению, от изолирующей виниловой пластинки, которая, как уже говорилось, является очень негативной по трибоэлектрической шкале, избавиться не удастся. Статья Работают ли коврики для проигрывателей? Не сомневайтесь! Robert Stockton, Audio Magazine June 1979 (69) хорошо освещает эту тему, и нет смысла повторять ее здесь, а также иллюстрирует поток статического заряда и преимущества демпфирования.

VI.11.3 До появления Bertech™ ESD mat в течение нескольких лет я использовал очень тонкий (~1 мм) кожаный коврик - замша стороной вверх/кожа стороной вниз, который я вырезал из остатков. Однако я стал замечать, что вторая сторона пластинки шумит, да и в целом пластинки шумят. Быстрая проверка с помощью ультрафиолетовой лампы показала проблему (см. рис. 32) - коврик

был полон волокон, и как только он пропитался ими, то начал отдавать их обратно, и никакие чистки и удары не могли его очистить. До этого тонкого кожаного коврика я "недолго" пробовал использовать купленный в магазине более толстый кожаный коврик для пластинок. На нем образовалось такое количество статического электричества, что пластинка приподняла коврик с пластинки. Таким образом, опыт с кожаным ковриком показал, что необходимо более тщательно следить за чистотой коврика.



Figure 32 - Leather Mat Under UV Light

VI.11.4 Ранее в 2020 году я опробовал коврик Technics/Panasonic™ PN RGS0008. Это относительно мягкий резиновый коврик толщиной 3 мм. Вероятно, он изготовлен из нитрильного каучука (близкого к нейтральному по трибоэлектрической шкале), поскольку он не притягивал пыль/волокна/частицы и легко счищался с него. Таким образом, этот коврик соответствовал критериям чистоты. Однако он так повлиял на акустические характеристики, что через некоторое время я обнаружил, что больше слушаю свои цифровые источники, чем винил, а винил по замыслу должен быть лучше цифровых. Лучше всего объяснить этот эффект тем, что он смягчает и гомогенизирует музыку. Это тот самый мягкий фокус, который заставляет все выглядеть (и звучать) хорошо, но убирает все интересные детали. Таким образом, демпфирование с помощью коврика для пластинок может оказывать глубокое воздействие. Однако в настоящее время этот коврик используется как покрытие после проигрывания для защиты от пыли или каких-либо твердых предметов.

VI.12 Пыль и твердые частицы: Что касается пыли и частиц, то существует целая наука о прецизионной очистке поверхностей от частиц, и хорошими источниками являются статья *Adhesion and Removal of Fine Particles on Surfaces*, Aerosol Science and Technology, M. B. Ranade, 1987 (46) и 573-страничная книга *Particle Adhesion and Removal*, Editors K.L. Mittal and Ravi Ja, John Wiley & Sons, Inc, 2015 (62). Любопытно, что в книге не упоминаются щетки с щетиной для удаления твердых частиц, а главы, посвященные салфеткам, посвящены плоским поверхностям, связанным с полупроводниковыми микросхемами и обслуживанием чистых помещений. Пластинка с ее мелко рифленой поверхностью представляет собой довольно сложную задачу.

VI.12.1 В статье "Загрязнение пластинок: Причины и лечение" (Percy Wilson, 1965, (61)) приводится наблюдение о том, что пластинка в движении притягивает к себе загрязнения. Это наблюдение было сделано путем выдувания табачного дыма на пластинку и наблюдения за тем, как он оседает. Это наблюдение, скорее всего, ошибочно, поскольку плотность табачного дыма примерно в 1000 раз выше плотности воздуха (77), поэтому при выдыхании на пластинку он будет оседать/падать на нее под действием силы тяжести, и осадок будет следовать за движением вращающейся канавки. Движение пластинки не настолько быстрое, чтобы создать достаточно сильные воздушные потоки, противостоящие весу табачного дыма. Однако для многих домохозяйств табачный дым уже не является источником загрязнения (хотя дым каннабиса/марихуаны может стать проблемой в будущем). В анализе влияния вращающегося диска на окружающий воздушный поток CFD на следующей картинке показаны векторы скорости воздуха/стрелки, направленные в сторону от диска <https://www.mr-cfd.com/files/uploads/2020/10/3-vector-.png>.

VI.12.2 Мои собственные наблюдения до и после игры с использованием ультрафиолетового света не выявили признаков осаждения частиц во время игры (также отмечу, что аэрозоли бытового кухонного жира/масла ярко флуоресцируют под ультрафиолетовым светом). Если пластинка находится в неподвижном состоянии - да, частицы из воздуха будут попадать на пластинку. Когда пластинка вращается, в ней возникает собственный воздушный поток, который должен "защитить" пластинку от попадания на нее всех частиц, кроме самых крупных. Перефразируя статью - Осаждение частиц в воздухе в чистых помещениях: Взаимосвязь между скоростью осаждения и концентрацией в воздухе (82)"... скорость осаждения частиц, скорость накопления на поверхности пропорциональна концентрации в воздухе, которая зависит от размера частиц, времени воздействия и ориентации поверхности относительно воздушного потока. Поверхности, параллельные среднему направлению потока и расположенные под прямым углом к силе тяжести, обеспечивают наименьшее накопление частиц". На рис. 4 статьи показано, что скорость осаждения очень мелких частиц <5 мкм очень низкая, а крупных частиц >25 мкм - гораздо выше. Размещать поворотный стол под воздухораспределителем нецелесообразно.

VI.12.3 Обдув объектива фотоаппарата может подойти для линз или чувствительных датчиков, но поток воздуха часто недостаточен для удаления мелких ворсинок, которые электрически прикрепляются к виниловой пластинке или стилусу, и лишь немногие из них имеют входной воздушный фильтр для предотвращения осаждения ворсинок/частиц. Кроме того, существует риск задуть очень мелкие частицы, находящиеся только на поверхности пластинки, глубже в ее канавку. Orbit HEPA Blower <https://photosol.com/products/orbit-hepa-blower/> имеет HEPA-фильтр на стороне всасывания и использует антистатическую силиконовую воздушную лампу, и был отмечен ограниченный успех в удалении некоторого количества пыли.

VI.12.4 В конечном счете, как уже говорилось во вступительном абзаце данной главы, рекомендации, изложенные в книгах THE WEAR AND CARE OF RECORDS AND STYLI, Harold D. Weiler, 1954 (34) и Record Contamination: Causes and Cure by Percy Wilson, 1965, (61) по-прежнему применимы. По сути, после достижения чистоты единственным предметом, который должен видеть канавку, является стилус. Очень легкая чистка антистатическими щетками может удалить некоторые поверхностные частицы. Я с некоторым успехом использовал антистатическую безворсовую салфетку из микрофибры Kinetronics™ Tiger, а другие сообщали об успешном использовании шелковой ткани. Небольшой кусок, отрезанный от большой салфетки, используемый в качестве протирки (слегка касаясь поверхности пластинки) для чистки пластинки от пыли, может удалить поверхностный ворс и частицы, не проникая в канавку. Кроме того, оранжевый цвет салфетки позволяет легко заметить любые волокна, которые могут выпасть из салфетки. Однако я не был полностью удовлетворен полученными результатами.

VI.12.5 Тефлоновый стержень: Сейчас я использую тефлоновый стержень с наружным диаметром 1/2" x 12" (Amazon.com: Sur-Seal PTFE-0.50x12-RD PTFE Teflon Rod, 1/2" Diameter x 12" : Industrial & Scientific) с длиной около 4,5 дюйма, обмотанного самозастывающей силиконовой лентой - существует множество вариантов, я использовал Amazon.com: Bond It F4 Emergency Self-Fusing Silicone Tape, Repair Plumbing Pipe & Radiator Hose Leak, Electrical Insulation, Permanent Bonding, Waterproof, 1" x 36' x 20mil, Black : Все остальное. Силиконовая лента не прилипает к тефлону, только к себе. Я использовал обычную пилочку для ногтей, чтобы обработать напильником торцевую кромку тефлонового стержня; см. рис. 33.



Figure 33 - Teflon Rod w/Silicone Tape

VI.12.5.1 Обнаруженный тефлоновый стержень протирается войлочно-нейлоновой тканью (можно и шерстью), а затем при вращающейся пластинке тефлоновый стержень помещается крест-накрест на пластинку, как показано на рис. 34. Пока пластинка вращается, тефлоновый стержень медленно вращают против часовой стрелки в течение примерно 5 с. Для удержания тефлонового стержня в легком контакте с пластинкой используется только вес тефлонового стержня - нажимать на него не следует.



b. Figure 34 - Teflon Rod Applied to Record

VI.12.5.2 После каждого использования плотно протрите тефлоновый стержень с помощью Kinetronics™ Tiger Cloth. При этом с тефлонового стержня удаляется большая часть ворса/частиц. Это не полностью снимает статический заряд с тефлонового стержня, поэтому его легче снова полностью зарядить с помощью нейлоновой/шерстяной ткани. Распылитель с DIW можно использовать для легкого смачивания тефлонового стержня и протирания его салфеткой Kinetronics™ Tiger Cloth для полной очистки и снятия статического заряда, но это требует больших усилий для повторной зарядки. Периодически встряхивайте Kinetronics™ Tiger Cloth для удаления накопившихся частиц. Антистатическая (диссипативная) ткань Kinetronics™ Tiger Cloth не удерживает частицы.

VI.12.5.4 Натирание тефлонового стержня нейлоном/шерстью приводит к тому, что тефлон заряжается статическим электричеством очень отрицательно - гораздо более отрицательно, чем может зарядиться пластинка. Тефлон является самым отрицательным материалом в трибоэлектрической серии, как отмечено в табл. IV - тестирование проведено The Triboelectric Series, Bill W. Lee, David E. Orr; ©2009 by AlphaLab, Inc (11). Единицами сродства к заряду являются нК (нанокулоны или наноамперсекунды) переданного заряда на Дж (джоуль или ватт-секунду) энергии трения между поверхностями (нК/Дж).

VI.12.5.5 Поскольку тефлоновый стержень имеет более высокое сродство к отрицательному статическому заряду (-190nC/Дж), чем пластинка ($<-100\text{nC/Дж}$), он может и притягивает частицы/ворсинки, которые в основном заряжены положительно, с пластинки. Это можно наблюдать с помощью ультрафиолетового света. Тефлоновый стержень не идеален, но он лучше, чем Kinetronics™ Tiger Cloth, удаляет случайные ворсинки/частицы с пластинок, прошедших влажную очистку.

VI.12.5.6 Заряженный тефлоновый стержень, по-видимому, также обладает антистатическими свойствами. Поскольку тефлоновый стержень имеет более высокое сродство к отрицательному статическому заряду, чем пластинка, он оттягивает статический заряд, который может быть на пластинке, или нейтрализует любой положительный заряд на пластинке. Но при этом пластинка не заряжается статическим электричеством. При первом прикладывании тефлонового стержня к пластинке иногда слышен легкий треск, который быстро прекращается. Тефлоновый стержень был протестирован только с проигрывателем с 2-дюймовым алюминиевым диском и ковриком для пластинок DIY ESD, о котором говорилось выше.

VI.12.5.7 Тефлон мягче пластинки, поэтому риск повреждения пластинки невелик, а давление на тефлон недостаточно для его износа. Чистый тефлоновый стержень легко чистится и, по сути, прослужит более 1000 лет. Самозастывающая силиконовая обмотка на конце изолирует вас от тефлонового стержня и обеспечивает надежный захват, чтобы стержень не скользил в руке во время использования (12-дюймовый стержень, вращающийся на пластинке, может легко вывести из строя консоль картриджа в упоре тонарма). Кроме того, после зарядки тефлоновый стержень следует держать подальше от стилуса, чтобы предотвратить попадание статического разряда на картридж.

VI.13 Какой объем деградации ожидается от воспроизведения записи? При последующем воспроизведении будет наблюдаться некоторая деградация, но она должна быть минимальной и приемлемой при соблюдении чистоты. Какое количество пыли ожидается во время воспроизведения? Если не считать того, что может выпасть из воздуха, то пыли при воспроизведении должно быть очень мало. Если состав пластинки соответствует патенту RCA (61), подробно описанному в ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ: износ пластинки должен быть очень незначительным, и простой анализ может показать, что на алмазный щуп будет попадать очень мало пыли.

VI.13.1 Эффективная масса наконечника щупа может составлять от 0,17 мг (Shure V15) до 0,4 мг. Немногие компании сообщают эти данные, но компания Soundsmith™ сообщает от 0,3 мг до примерно 0,35 мг. Масса наконечника включает в себя кантилевер и другие элементы. Плотность алмаза составляет 3,5 г/см³, а бора - 2,5 г/см³, поэтому алмаз в лучшем случае составляет лишь около 33% от заявленной эффективной массы наконечника.

VI.13.2 Если принять, что максимальная масса наконечника составляет 0,4 мг, а масса алмаза - 33%, то масса алмаза составит около 0,13 мг. Если для износа алмаза до образования граней требуется 1000 ч, то для удобства анализа предположим, что износилось 20% массы алмаза. Таким образом, $(0,13 \text{ мг алмаза})(0,2) = 0,026 \text{ мг} = 26 \text{ мкг}$. Если для этого потребовалось 1000 ч, то алмаз изнашивается со скоростью примерно $(26 \text{ мкг}/1000) = 0,026 \text{ мкг/час}$.

VI.13.3 Если каждая пластинка проигрывается ~20 мин (0,333 ч), то для каждой пластинки $(0,026 \text{ мкг/час})(0,333 \text{ ч/сторону}) = 0,009 \text{ мкг}$ или около 9 пикограмм. Это должно существовать в виде очень, очень тонкого порошка, а самый тонкий алмазный порошок, который можно купить, имеет зернистость 100 000, что составляет 0,25 микрона. Таким образом, алмазный порошок на пластинке, вероятно, меньше, что в конечном итоге не имеет значения, так как не остается чистых следов.

VI.13.4 Если порошок, образующийся в результате износа алмаза и пластинки, остается сухим и не содержит маслянистых и липких остатков, стилус должен двигаться по нему без какого-либо воздействия - не так, как по легкому слою очень сухого порошкообразного снега, который просто сдувается.

VI.13.5 После того как все сказано и сделано, для поддержания чистоты лучше всего посоветовать:

После наведения чистоты не лезьте в канавку! Единственное, что должно находиться в канавке, - это стилус.

Я признаю, что приведенная выше рекомендация полностью противоречит тому, что считается "лучшей практикой" при наличии и использовании множества различных щеток для записи. Но по состоянию на дату последнего пересмотра, комбинированный эффект обеспечения чистоты с помощью прецизионного процесса очистки с низким содержанием остатков в сочетании с контролем статического электричества с помощью "лучших методов" ESD и странным образом эффективного тефлонового стержня оказался очень успешным. Но, повторяя то, что было написано в Предисловии, это только "способ", а не "способ", и как всегда - YMMV.

ГЛАВА VII. ОБСУЖДЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ:

В табл. VI перечислены различные характеристики качества воды: от питьевой воды, очищенной воды, чистой воды до сверхчистой воды. Подробное обсуждение методов очистки воды приведено в руководстве GE-Osmonics™ Pure Water Handbook (26).

Table VI
Water Quality Specifications

Specification	Resistivity (ohms-cm)	Total Dissolved Solids (ppm) (see Note 1)	Water Classification
EPA Drinking Water Standards	>1.0K	<500 ppm	2018 Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories Tables
MIL-STD-1330D Grade B (see Note 2)	>50K	<10 ppm	Purified Water by Distillation, Mixed-Bed Resin or Reverse Osmosis
ASTM D1193 Type 4 (see Note 3)	>200K	<2.5 ppm	Purified Water by Distillation, Mixed-Bed Resin, or Reverse Osmosis
MIL-STD-1330D Grade A (see Note 4)	>400K	<1.25 ppm	Pure Water by multiple steps of Distillation or Mixed-Bed Resin
ASTM D1193 Type 2 (see Note 5)	>1,000K	<0.5 ppm	Pure Water by multiple steps of Distillation and or Mixed-Bed Resin
ASTM D1193 Type 1 (see Note 6)	18,000K	<0.028 ppm	Ultra-Pure Water prepared by many steps such as triple distilled

Примечания:

1. Указанное общее количество растворенных твердых веществ (TDS) является пересчетом из удельного сопротивления и для очищенной воды и лучше предполагает наличие только хлористых и натриевых солей, при этом используется коэффициент пересчета 0,5. Формула для $TDS = (K) \times (1/Resistivity)$.
2. Вода ВМС США MIL-STD-1330D Grade B (51) используется для окончательного ополаскивания после очистки общих компонентов кислородной системы высокого давления. Спецификация допускает некоторое ухудшение качества очищенной воды при использовании в общей среде, т.е. не в чистом помещении. Если очищенная вода упаковывается или попадает в общую среду, ее качество может быстро ухудшиться под воздействием окружающих загрязнений.
3. ASTM D1193, Standard Specification for Reagent Water (8), тип 4 достигается за счет дистиллированной воды (конденсация пара).
4. Деминерализованная чистая вода класса А (51) по стандарту ВМС США MIL-STD-1330D используется для окончательного ополаскивания после очистки критически важных компонентов кислородных систем высокого давления и систем жизнеобеспечения. Спецификация допускает некоторое ухудшение качества чистой воды при использовании в более контролируемой среде, например, в чистом помещении класса 100 000 (см. XII.13) с персоналом, одетым в соответствующую одежду для чистых помещений.
5. Чистая вода ASTM D1193 Тип 2 (8) обычно используется для приготовления растворов для прецизионной очистки и применяется в процессах прецизионной очистки. Однако при контакте с воздухом она разрушается из-за поглощения загрязняющих веществ, таких как углекислый газ.
6. Сверхчистая вода ASTM D1193 Тип 1 (8) предназначена для проведения критических лабораторных анализов и часто используется для прецизионной очистки полупроводников в тщательно контролируемых условиях, например, в чистых помещениях класса 100.

VII.1 Использование водопроводной (питьевой) воды для предварительного ополаскивания и ополаскивания после каждого применения чистящего средства допустимо, поскольку, хотя водопроводная вода и содержит растворенные твердые частицы, количество нерастворимых твердых частиц (взвешенных веществ) в ней невелико. Изредка встречающиеся крупные частицы удаляются аэратором смесителя, оснащенным мелкоячеистым сетчатым фильтром, а водопроводная вода дешева и легкодоступна в больших количествах. Кроме того, водопроводная вода используется только в проточной струе, что способствует удалению частиц и чистящих средств. Кроме того, соотношение объема водопроводной воды и разбавляемого/удаляемого чистящего средства очень велико, что исключает возникновение побочных реакций. Кроме того, после начала процесса очистки пластинка остается влажной вплоть до окончательного распыления DIW, что исключает риск образования остатков растворенных твердых частиц (минералов).

VII.2 В противном случае для водопроводной воды может возникнуть путаница между общим количеством растворенных твердых частиц (TDS), общим количеством взвешенных твердых частиц (TSS) и мутностью. В издании EPA 2018 года "Стандарты питьевой воды и рекомендации по охране здоровья" (18) указаны пределы TDS, как указано в таблице VI, но нет пределов TSS, поскольку TSS учитываются в пределе мутности, который включает взвешенные осадки, тонкодисперсные органические и неорганические соединения, планктон и другие микроскопические организмы. Предел мутности, установленный EPA, составляет 5 нефелометрических единиц мутности (NTU), а по некоторым литературным данным, сравнивающим TSS с мутностью, можно сделать вывод, что TSS равна примерно двум NTU. Поэтому содержание TSS в водопроводной/питьевой воде не должно превышать примерно 10 мг/л (~10 ppm); а при визуальном наблюдении размер частиц значительно ниже видимого.

VII.3 Значительное повышение качества воды происходит при переходе от питьевой/ водопроводной (питьевой) воды к очищенной воде (дистиллированной/деминерализованной) с отличным соотношением цены и качества для приготовления чистящих средств и для окончательного ополаскивания DIW. Качество питьевой пресной воды может значительно отличаться в разных регионах, и нередко общее содержание растворенных твердых частиц (TDS) составляет 200 ppm и выше. Однако для процесса очистки виниловых пластинок, описанного в данном документе, использование воды более высокого качества, чем очищенная вода, не является необходимым, как показано в табл. VII.

VII.3.1 В табл. VII показана ожидаемая разница в остатках TDS, остающихся после высыхания на пластинке данного объема водопроводной воды различного качества. Использовался перевод 1 ppm = 1 мг/л. Согласно ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ: площадь поверхности пластинки (за вычетом этикетки) составляет примерно 1 фут²; а 1 мг/фут² = 0,1 микрон при плотности 1,0 г/см³. Однако остаток TDS представляет собой преимущественно карбонат кальция и магния со средней сухой плотностью 2,85 г/см³, поэтому использовалась толщина 1 мг/фут² TDS = 0,035 микрон.

VII.3.2 Данные, выделенные **красным** цветом, превышают критерии чистоты, рассмотренные в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ: **Желтые и оранжевые** выделения - это остатки, которые превышают шероховатость поверхности записи и, являясь минеральной солью, "могут" вызывать износ или, в сочетании с остатками очистителя, "могут" быть слышны. Однако небольшое уменьшение NVR при использовании очищенной и сверхчистой воды недостаточно для заметного улучшения чистоты пластинки, и это более подробно рассматривается в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ:.

Table VII
Residue Thickness Microns from Water Residue

Water Quality	ppm	mg/L	mL of Water Allowed to Dry on Record				
			0.25	0.50	1.00	2.00	3.00
Ultra-Pure	0.028	0.028	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Pure	0.5	0.5	0.00000	0.00001	0.00002	0.00004	0.00005
	1.5	1.5	0.00001	0.00003	0.00005	0.00011	0.00016
Purified	2.5	2.5	0.00002	0.00004	0.00009	0.00018	0.00026
	10	10	0.00009	0.00018	0.00035	0.00070	0.00105
Tap-Water	100	100	0.00088	0.00175	0.00351	0.00702	0.01053
	200	200	0.00175	0.00351	0.00702	0.01404	0.02105
	400	400	0.00351	0.00702	0.01404	0.02807	0.04211
	800	800	0.00702	0.01404	0.02807	0.05614	0.08421
	1600	1600	0.01404	0.02807	0.05614	0.11228	0.16842

VII.4 Производство ОВ в домашних условиях: В некоторых регионах или странах, где качество водопроводной воды вызывает сомнения из-за высокого содержания TDS или взвешенных частиц, а также при отсутствии доступа к очищенной воде, существуют различные альтернативы. К таким альтернативам относятся домашние дистилляторы воды или многоступенчатые фильтры, сочетающие в себе как минимум осадочный фильтр для удаления твердых частиц, деминерализатор для удаления TDS, а иногда и угольный фильтр для удаления растворимой органики (часто отмечаемой как запах). Ниже приведены примеры дистиллятора и двух фильтрующих систем, позволяющих получать очищенную воду. Аналогичное, если не точное, оборудование имеется в странах ЕС/Великобритании.

VII.4.1 Существуют настольные дистилляторы воды, например, H2O Labs™ Models 100, 200 и 300 Countertop Water Distillers | Home Water Distiller Systems от H2O Labs. Модель 200 позволяет переработать 1 галлон (3750 мл) водопроводной воды примерно за 5 часов, потребляя при этом около 3 кВт (0,6 кВт-ч) электроэнергии. Требуется периодическая очистка и удаление накипи с помощью белого уксуса или специального химического средства для удаления накипи; по некоторым данным, через каждые 5-7 галлонов. MSRP H2O Labs™ Model 200 составляет 199 долл. США; каждая накладка против накипи стоит 9,90 долл. и рассчитана на 3-6 месяцев, а капсулы с активированным углем (при использовании для питьевой воды) стоят 29,90 долл. за шесть штук и рассчитаны на 30 галлонов каждая. Неизвестно, как долго прослужит устройство, но некоторые пользователи сообщают о многолетней эксплуатации, позволяющей получить 1500+ галлонов воды до выхода из строя. При условии 6-летнего использования при расходе 300 галлонов в год (всего 1800 галлонов) стоимость устройства составит около 199 долл.; 299,90 долл. за угольные прокладки, 237,60 долл. за прокладки против накипи и 396 долл. за 300 чисток с использованием чистящих кристаллов H2O Labs™ (29,50 долл. за 1 фунт при цене 1,32 долл. за чистку). Общая стоимость жизненного цикла может составить = 1132,50 долл. без учета затрат на электроэнергию; в результате стоимость одного галлона составит (1132,50/1800 галлонов) = 0,63 долл.

VII.4.2 Существует ряд производителей настольных кувшинов/фильтров, способных производить очищенную воду. Фильтры для воды и кувшины-фильтры ZeroWater™ - Чистая вода в домашних условиях - ZeroWater имеют то преимущество, что содержат наибольшее количество деминерализующей смолы. Каждый фильтр может производить от 40 галлонов воды с очень низким уровнем TDS (<50 ppm) до примерно 8 галлонов воды с очень высоким уровнем TDS (>400 ppm). MSRP двух фильтров составляет около \$33, а MSRP кувшина на 30 чашек/240 унций с одним

фильтром - около \$45. Если предположить, что TDS составляет 150 ppm, то каждый фильтр должен производить около 30 галлонов очищенной воды, а первоначальная стоимость очищенной воды составит ($\$45/30$ галлонов) = \$1,5/гал. Последующие расходы, основанные на стоимости замены двух фильтров, составят ($\$33/80$ гал.) = \$0,41/гал. без учета стоимости водопроводной воды.

VII.4.3 Для тех, кто обрабатывает большое количество записей, приобретение большого многоразового деминерализатора может значительно улучшить доступ к очищенной воде и снизить ее стоимость; одним из примеров является система DI Rinse Pro 50 Spot Free Rinse System стоимостью около 400 долларов (плюс установка) со сменной деминерализующей смолой около 200 долларов за 2 заправки. Обычно рекомендуется использовать выходной фильтр, и 10-дюймовый корпус Pentek™ и 1-микронный фильтр (см. параграфы XIV.17 и XIV.19.1) будут стоить около 50 долларов (плюс установка), а сменные фильтры - менее 10 долларов каждый. При разумном качестве водопроводной воды этот деминерализатор/фильтр должен производить около 2000 галлонов деминерализованной воды при начальных затратах около \$0,23/галлон (плюс стоимость установки), а расположение клапана делает установку очень удобной. Последующие затраты составят ($\$110/2000$ галлонов) = \$0,06/гал, не считая стоимости водопроводной воды. Для тех, кто сам моет свои автомобили, подобные системы очистки воды часто используются для получения ополаскивателя без пятен.

VII.4.4 Альтернативой большому деминерализатору может служить компактная система обратного осмоса/деминерализации (RO/DI). Они популярны среди тех, кто содержит аквариумы. Их можно приобрести у многих поставщиков, например, Whole House Water Filters, RO, Hydroponics Filtration System - LiguaGen - LiguaGen Water. Системы обратного осмоса/инfiltrации начинаются с 50 галлонов в день (GPD), их стоимость составляет около 100 долларов США, а объем может достигать 300 ГПД. Следует отметить, что реальная очищенная вода обычно составляет около 80% от номинальной.

VII.4.4.a Существует как минимум четыре (4) ступени - осадочный фильтр, угольный фильтр, мембрана обратного осмоса и картридж-деминерализатор, а некоторые могут иметь несколько ступеней деминерализации для достижения высоких характеристик чистоты воды, причем в некоторых случаях их число достигает семи (7).

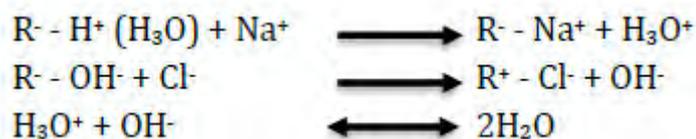
VII.4.4.b Для обратного осмоса существует норма расхода воды, которая составляет 3-4 галлона воды на каждый 1 галлон полученной очищенной воды. Сточные воды "рассола" удаляются в дренаж.

VII.4.4.c На производительность может влиять температура и давление водопроводной воды на входе, а срок службы фильтра зависит от TDS водопроводной воды на входе. Для домов с высоким уровнем TDS в водопроводной воде может потребоваться двухступенчатая деминерализация.

VII.4.4.d Эксплуатационные расходы могут быть экономичными. Пример: Стоимость 5-ступенчатой системы обратного осмоса/инfiltrации воды производства США LiguaGen™ Model 1-OT-75 (75 GPD) - 75 GPD (1-OT-75) | For Fish Tanks, Aquariums, Reef, Water Filtration Machine | RODI - LiguaGen Water составляет около 200 долларов (плюс установка). Установка рассчитана на использование водопроводной воды с TDS на входе до 300 ppm. Все фильтрующие/RO-элементы заменяемы, а деминерализатор можно дозаправлять, что обойдется примерно в 55 долл. Если установка рассчитана на производство 1000 галлонов, то первоначальная стоимость составит около 0,20 долл. на галлон (без учета стоимости установки и воды), а последующие расходы - около 0,06 долл. на галлон.

VII.5 Деионизирующая смола: Следующий пример с хлоридно-натриевой солью (NaCl) иллюстрирует функционирование процесса деионизации/деминерализации для получения

чистой воды. Смола со смешанным слоем Н/ОН используется для обмена ионов (например, минеральных солей) на ионы гидрония (H₃O⁺) и гидроксид-ионы (OH⁻), которые соединяются и образуют чистую воду. Поскольку смола обменивает ионы, ее срок службы ограничен, а количество очищаемой воды прямо пропорционально размеру слоя смолы и уровню TDS в воде. Существуют различные марки смолы со смешанным слоем Н/ОН в зависимости от назначения: деминерализация водопроводной воды для получения очищенной воды или полировка для получения чистой воды. Смола пригодна для повторного использования путем ее регенерации с обратной промывкой сильной кислотой для восстановления ионов гидрония и сильным основанием для восстановления гидроксид-ионов.



VII.6 США и ЕС/Великобритания: По неизвестным причинам дистиллированная вода легко доступна в большинстве продуктовых магазинов США, а деминерализованная - нет. С другой стороны, деминерализованная вода легко доступна в ЕС/Великобритании, а дистиллированная - нет. Есть и тонкие различия: pH дистиллированной воды, как правило, немного выше pH-7, а pH деминерализованной воды, как правило, меньше pH-7. Для целей очистки пластинок любая из них подходит для приготовления чистящего средства, и обе обеспечивают ополаскивание без пятен.

VII.7 Не связанный с этим, но часто возникающий вопрос - безопасна ли очищенная (деминерализованная) вода для питья? Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) изучила медицинские аспекты и подробно описала их в документе WHO Nutrients in Drinking Water, 2005 (83). К длительному употреблению следует подходить с осторожностью из-за хронического электролитного дисбаланса. Использование для регидратации во время и после любой деятельности, связанной с повышенным потоотделением, не обеспечит восполнение критических электролитов, и может возникнуть любое количество симптомов острого электролитного дисбаланса. Однако на кораблях ВМС, которые могут находиться в море в течение 90 дней, все они имеют ту или иную форму очистки воды - либо дистилляцию, либо обратный осмос; кроме добавления дезинфицирующего средства (брома или хлора), никакой другой обработки обычно не проводится (источник Manual of Naval Preventive Medicine, Chapter 6, Water Supply Afloat(44)).

ГЛАВА VIII. ОБСУЖДЕНИЕ СРЕДСТВ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ:

В принципе, в соответствии с процессами прецизионной водной очистки, рассмотренными в MIL-STD-1330D (51) и MIL-STD-1622B (52), для предварительной очистки можно использовать любое безопасное, совместимое и эффективное средство на широкой основе.

VIII.1 В качестве моющего средства для предварительной очистки рекомендуется использовать Alconox™ Liquinox™, которое является безопасным, эффективным, совместимым (при соответствующей экспозиции) как с виниловой пластинкой, так и с окончательным очистителем, и имеет известные ингредиенты от давно зарекомендовавшего себя поставщика. Кроме того, подробная техническая информация легко доступна на сайте <https://alconox.com>, а продукт легко доступен потребителю по разумной цене. Некоторые общие сведения о Alconox™ Liquinox™ приведены ниже:

VIII.1.1 Продукт представляет собой комбинацию анионных поверхностно-активных веществ (обеспечивает общее моющее действие), неионогенных поверхностно-активных веществ (способствует образованию масляных эмульсий и смачиванию) и пенообразователя (поднимает и всплывает мусор с поверхности).

VIII.1.2 Концентрированный продукт содержит около 50% активных компонентов, остальное - вода. Таким образом, 1%-ный раствор содержит около 0,5%/5 000 ppm активных веществ.

VIII.1.3 Продукт легко смешивается, легко смывается, а поверхностное натяжение продукта с нейтральным pH 1,0% составляет 29 дин/см, что обеспечивает отличную смачиваемость.

VIII.1.4 Смесь анионных и неионогенных ПАВ Alconox™ Liquinox™ совместима с кислотной промывкой Alconox™ Citranox™ и неионогенным очистителем Dow™ Tergitol™ 15-S-9, а также с виниловой пластинкой при соответствующей экспозиции (см. ГЛАВА X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ: для дальнейшего обсуждения совместимости материалов).

VIII.1.5 Продукт не воспламеняется, биоразлагается, не имеет сообщений об опасности острой или хронической токсичности, широко признан и используется во многих отраслях промышленности в течение многих лет, а качество продукта очень высокое.

VIII.2 Для лучшего понимания состава чистящих средств ниже приводится краткий обзор поверхностно-активных веществ, но при этом не делается попыток составить рецептуру чистящих средств. Я считаю, что для предварительной очистки существуют достаточно подробные рецептуры, например, Alconox™ Liquinox™.

VIII.2.1 Термин "ПАВ" является сокращением термина "поверхностно-активное вещество" и включает синтетические органические химические продукты, используемые для смачивания, эмульгирования, диспергирования, солюбилизации и пенообразования. Помимо чистящих средств, существует 100 000 различных ПАВ, используемых в 100 000 различных продуктах.

VIII.2.2 Молекулы ПАВ состоят из двух частей - водорастворимой головной части, которую часто называют гидрофильной (любящей воду), и маслорастворимой хвостовой части, которую часто называют гидрофобной (ненавидящей воду) или липофильной (любящей масло). ПАВ при первом добавлении в воду собираются на поверхности, снижая поверхностное натяжение. Существует концентрация, при которой поверхностное натяжение больше не снижается, и эта точка известна как "критическая концентрация мицелл" (ККМ).

VIII.2.3 Когда концентрация ПАВ превышает ККМ, ПАВ образует агрегатные цилиндрические и сферические структуры, называемые "мицеллами", как показано на рис. 35. При формировании мицеллы гидрофильные головки ПАВ располагаются так, что они открыты воде, а липофильные хвосты группируются в центре структуры, защищенной от воды. Именно мицеллы обеспечивают

моющую способность ПАВ. При увеличении концентрации ПАВ могут образовываться другие мицеллярные структуры. Гидрофобные/липофильные (маслолюбивые) хвосты мицелл ПАВ окружают загрязнения и освобождают их от очищаемой поверхности, а в зависимости от ионной природы могут выполнять такие функции, как эмульгирование масла, пенообразование и антибактериальная защита. Чтобы обеспечить достаточный запас мицелл для очистки, обычно используются концентрации, в 5-20 раз превышающие ККМ. Размер основных сферических и цилиндрических мицелл может составлять от 4 до 15 нано-метров (нм) = 0,004-0,015 мкм, а в масляных эмульсиях - в 10 раз больше.

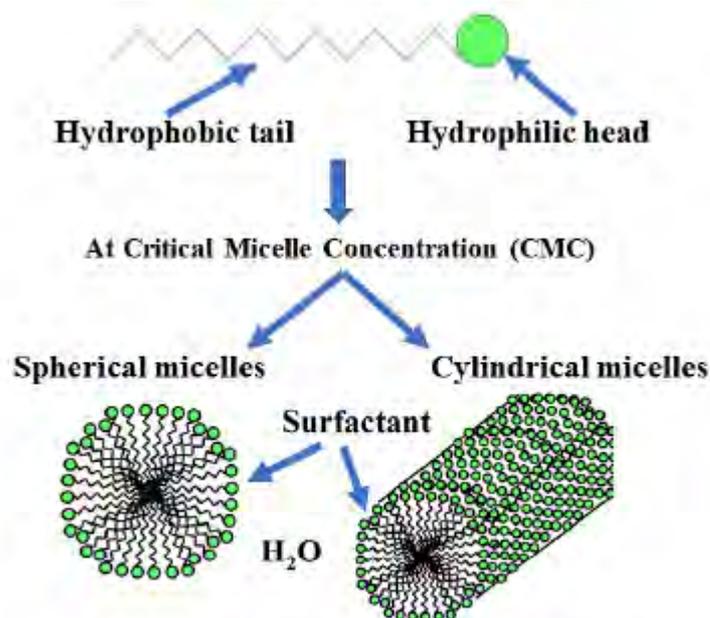


Figure 35 - Surfactant Micelles
(Image from United States NIST Information)

VIII.2.4 В зависимости от электрического заряда гидрофильной головки ПАВ классифицируется как анионное, катионное, неионогенное или амфотерное.

VIII.2.4.a Анионные ПАВ ионизируются в водных растворах таким образом, что гидрофильная головка имеет отрицательный (-) заряд.

VIII.2.4.b Катионные ПАВ ионизируются в водных растворах так, что гидрофильная головка имеет положительный (+) заряд.

VIII.2.4.c Неионогенные ПАВ в большинстве своем не ионизируются в водных растворах, поэтому гидрофильная головка имеет нейтральный заряд. Уникальным свойством неионогенных ПАВ является "точка помутнения". Точка помутнения - это температура, при которой в смеси начинается фазовое разделение, появляются две фазы, и она становится мутной. Точка помутнения является оптимальной температурой для моющей способности неионных ПАВ, но выше точки помутнения ПАВ выходит из раствора и моющая способность падает.

VIII.2.4.d Амфотерные ПАВ могут ионизироваться в водных растворах таким образом, что гидрофильная головка, в основном в зависимости от pH раствора, становится либо анионной (-), либо катионной (+).

VIII.2.5 Каждый тип ПАВ имеет различную силу, и для достижения требуемых характеристик чистящие средства общего назначения смешиваются с другими ингредиентами (обычно

называемыми "строителями"). Смешанные ПАВ могут образовывать смешанные мицеллы, которые усиливают свойства ПАВ.

VIII.2.5.a Анионные ПАВ используются для воздействия на широкий спектр почв. Они являются основным компонентом большинства моющих средств общего назначения. Анионные ПАВ обладают отличными пенообразующими свойствами для всплывания загрязнений, очень эффективны для вытеснения видимых частиц, но не так хорошо эмульгируют масла, обычно не совместимы с кислыми растворами и требуют относительно больших концентраций для достижения эффективности.

VIII.2.5.b Сильными сторонами **катионных ПАВ** являются их дезинфицирующие и антистатические свойства, которые очень часто используются в коммерческих и потребительских антибактериальных аэрозольных очистителях. Для работы катионных ПАВ необходимо контактное время. Катионные ПАВ (например, четвертичные аммониевые соединения) обычно не растворяются в анионных ПАВ и при смешивании с водным растворителем (т.е. водой) могут образовывать нерастворимый осадок/пасту, описываемый как "липкий". Этот риск обычно не связан с поверхностью, имеющей тонкий слой четвертичного аммониевого соединения, очищенной большим объемом очистителя с анионным ПАВ. Однако если на пластинке остались остатки анионного ПАВ после неполного ополаскивания, а затем был нанесен легкий спрей антистатика, содержащего катионное ПАВ, то осадок/паста "может" образоваться.

VIII.2.5.c Сильными сторонами **неионогенных ПАВ** являются их способность эмульгировать масло и достигать очень низкого поверхностного натяжения воды при очень низких концентрациях. Dow™ Tergitol™ 15-S-9 в концентрации 52 ppm может снизить поверхностное натяжение воды до 30 дин/см. При очистке очень маленьких и сложных геометрических форм - например, канавки пластинки - способность смачивать поверхность имеет решающее значение, и ее повышает жидкость с низким поверхностным натяжением. Например, поверхностное натяжение фреона-113 (Freon™ PCA) составляет 17,3 дин/см. Неионогенные ПАВ растворяются либо анионными, либо катионными ПАВ.

VIII.2.5.d Амфотерные ПАВ чаще всего используются в средствах личной гигиены, таких как шампуни и косметика.

VIII.3 При обсуждении ПАВ используется понятие "смачивание". Все жидкости имеют поверхностное натяжение, измеряемое в дин/см (английские единицы); "притягательная сила, действующая на поверхностные молекулы жидкости со стороны расположенных под ними молекул, которая стремится втянуть поверхностные молекулы в основную массу жидкости и заставляет жидкость принимать форму с наименьшей площадью поверхности". Все твердые тела обладают поверхностной энергией, которая также измеряется в динах/см и часто называется "критическим поверхностным натяжением". Большинство металлов имеют очень высокое критическое поверхностное натяжение (медь = 1360 дин/см), гораздо большее, чем поверхностное натяжение воды (72 дин/см). Но у ПВХ/ПВА в пластинке оно очень низкое - 38/36 дин/см; гораздо ниже, чем у воды. Когда жидкость помещается на твердую поверхность, в зависимости от разницы в поверхностном натяжении (и других факторов) жидкость образует с поверхностью угол контакта, что иллюстрируется на рис. 36.

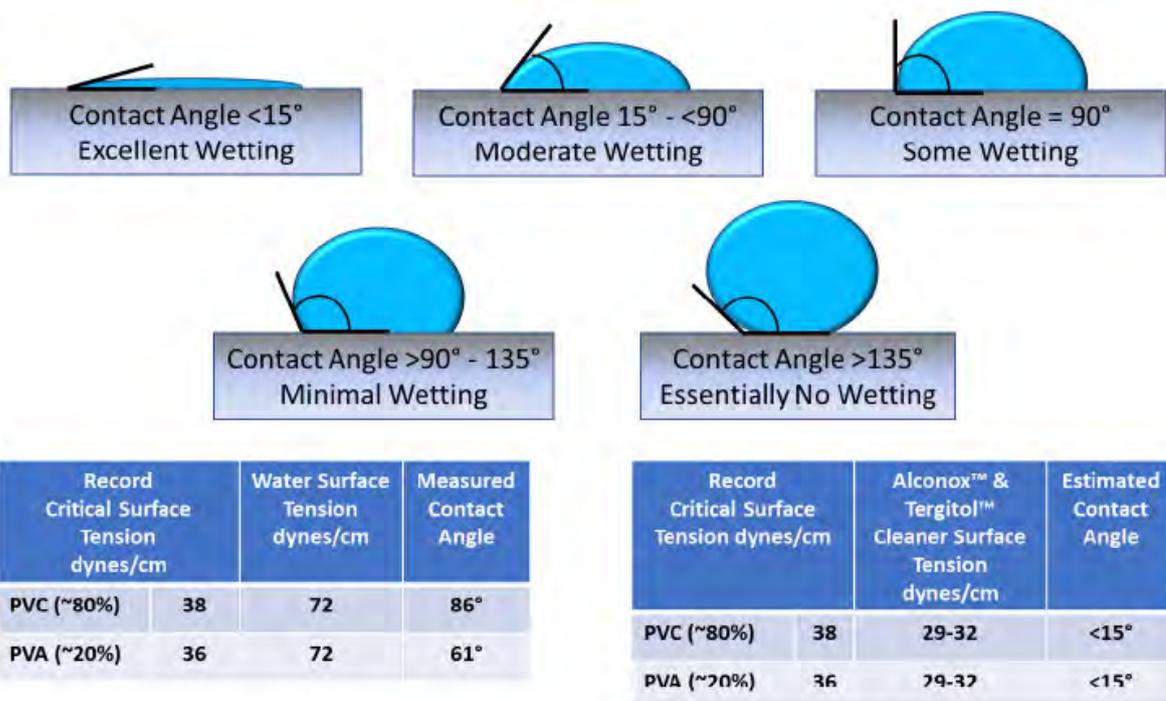


Figure 36 – Contact Angles and Wetting

VIII.3.1 При отсутствии поверхностного масла или других подобных загрязнений, если воду (при 72 дин/см) поместить на медь (при 1360 дин/см), то она "смочит" поверхность. При этом угол контакта будет равен практически 0° . Эта концепция смачивания поверхности водой иногда используется при проверке чистоты металлической поверхности методом "водобоязни". Если распылить воду на чистую металлическую поверхность, то она смочит ее. Если на поверхности есть масло, то вода будет собираться в бисеринки (большой угол контакта).

VIII.3.2 Учитывая пропорции пластинки, ее критическое поверхностное натяжение, скорее всего, ближе к ПВХ, чем к ПВА, но для полноты картины приведены оба.

VIII.3.3 Однако на рис. 36 критическое поверхностное натяжение материалов пластинки намного меньше, чем у воды, и большой угол контакта, создаваемый водой, соответствует рис. 23, на котором показано, что DIW распыляется на чистую пластинку.

VIII.3.4 Однако жидкости Alconox™ Liquinox™, Alconox™ Citranox™ и Dow™ Tergitol™ 15-S-9 с низким поверхностным натяжением, которое меньше критического поверхностного натяжения материала пластинки, легко смачивают пластинку, что видно на рис. 17, рис. 19 и рис. 21.

VIII.3.5 Смачивание имеет большое значение, так как позволяет чистящей жидкости полностью контактировать с очищаемой поверхностью. Однако само по себе смачивание не определяет эффективность очистки, важны еще химический состав и его воздействие на различные загрязнения. Добавление агитации повышает эффективность очистки. Однако текучая жидкость может преодолеть разницу в поверхностном натяжении, и это хорошо видно на рис. 16. Первоначальная промывка проточной водопроводной водой смачивает поверхность пластинки.

VIII.4 На рынке существует множество различных средств для очистки пластинок, эффективность которых обсуждается на различных аудиофорумах. Я не даю никаких оценок или рекомендаций по этим продуктам из-за отсутствия паспорта безопасности (SDS) с подробным описанием ингредиентов. В Интернете на различных форумах активно обсуждаются различные средства для чистки смешанных пластинок "сделай сам" (DIY). Как отмечается во вступительном слове данной статьи, существует множество "возможностей" для экспериментов. Ниже рассматриваются лишь

некоторые из наиболее часто встречающихся продуктов, причем только те, SDS или эквивалент которых достаточно подробен для анализа. Данный обзор приводится только в качестве информации для принятия обоснованного решения, а также для предупреждения о любых рисках и экологических опасностях.

VIII.5 Бытовое моющее средство для посуды: Состав многих бытовых моющих средств для посуды можно посмотреть в Информационной базе данных потребительских товаров (CPID), CPID (whatsinproducts.com). Большинство из них представляют собой мягкие щелочные моющие средства, основными компонентами которых являются анионные поверхностно-активные вещества, этанол и гидроксид натрия (для повышения pH). Некоторые известные марки могут содержать до 10% этанола. Однако многие из наиболее распространенных марок содержат до 14 других ингредиентов, включая изопропиловый спирт, d-лимонен (иногда указываемый как лимонное масло или цитрусовый апельсин), отдушки, красители, гелеобразующие добавки, глицерин или алоэ для рук, а также, возможно, неионные ПАВ. Некоторые из этих ингредиентов в концентрированном виде указаны различными производителями пластиковых материалов как несовместимые с ПВХ. Хотя бытовые моющие средства для мытья посуды обычно используются в низкой концентрации, их комбинация может быть несовместима с виниловыми пластинками (дополнительное обсуждение см. в ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ), особенно с критическими гребнями боковых стенок канавок. Кроме того, при использовании этих моющих средств в чрезмерных количествах их будет трудно полностью смыть, что может привести к образованию вредных остатков. К любому использованию этих средств для очистки виниловых пластинок следует подходить с осторожностью, учитывая рекомендации табл. II для тех жителей ЕС/Великобритании, которые не могут легко приобрести Alconox™ Liquinox™, использовать **качественный прозрачный жидкий стиральный порошок без запаха**.

VIII.6 ILFORD™-ILFOTOL™: Это смачивающий агент, представляющий собой воду, смешанную с комбинацией неионогенного ПАВ и антибактериального ингибитора/консерванта, способного продлить срок хранения. Существуют две различные версии в зависимости от даты производства (производители изменяют формулу продуктов).

VIII.6.1 В SDS от 2015 года указано 1-5% неионогенного ПАВ 0,014% антибактериального ингибитора. Эта версия вспенивается при сильном перемешивании/встряхивании.

VIII.6.1.a Неионогенное ПАВ под номером 68131-39-5 в химической абстрактной системе (CAS) - это, скорее всего, Stepan™ BIO-SOFT™ N25-7 или N25-9. Эти неионогенные ПАВ аналогичны Dow™ Tergitol™ 15-S-7 или 15-S-9 и имеют сходный ККМ около 50 ppm (подробнее см. ГЛАВА IX. ОБСУЖДЕНИЕ Окончательных очистителей). В литературе по продуктам данные о поверхностном натяжении не приводятся, но при использовании ингредиентов Stepan™ BIO-SOFT™ N25-7 или N25-9 оно должно составлять около 30 дин/см. Некоторые в Интернете рекомендуют для чистящих средств смешивать 50 мл с 1000 мл, что может дать концентрацию неионогенного ПАВ до 0,25%, что является чрезмерным. См. ГЛАВА IX. ОБСУЖДЕНИЕ Окончательных очистителей: использование данного продукта с 0,1% активного неионогенного ПАВ в качестве окончательного очистителя.

VIII.6.1.b Антибактериальное средство с CAS-номером 55965-84-9 широко используется во многих областях, таких как жидкости для обработки металлов, системы обратного водоснабжения и краски, и представляет собой смесь метилхлоризотиазолинона (CMIT) и метилизотиазолинона (MIT). Хотя биоцид опасен в концентрированном виде, разбавленный биоцид, который также используется в косметике, является достаточно безопасным, что подтверждается данным токсикологическим заключением - https://ec.europa.eu/health/scientific_..._o_009.pdf, и его заключение - "На основании представленных данных ГКСЭ считает, что смесь 5-хлор-2-метил-4-изотиазолин-3-она и 2-метил-4-изотиазолин-3-она в соотношении 3:1 не представляет риска для

здоровья потребителя при использовании в качестве консерванта до максимально разрешенной концентрации 0,0015% в смываемых косметических средствах, за исключением ее сенсibiliзирующего потенциала". Биоцид СМІТ/МІТ (коммерчески продается как Kathon™ в концентрате) эффективен при очень низких концентрациях, не превышающих 15 ppm.

VIII.6.1.c Использование ILFORD-ILFOTOL™ 2015 в качестве биоцида для ультразвуковых резервуаров неправомерно. При содержании всего 0,014% биоцида в поставляемом продукте разбавление 200:1 или более приведет к снижению концентрации биоцида до менее чем 1 ppm, что делает его неэффективным.

VIII.6.2 В SDS 2017 года и более поздних версий указано <2,5% неионогенного ПАВ и <1,5% консерванта.

VIII.6.2.a Неионогенное ПАВ с номером CAS: 9043-30-5, вероятно, является GENAPOL® X 080.

Это неионогенное ПАВ обладает низким пенообразованием и имеет КМЦ 38 ppm. В литературе по продукту нет данных о поверхностном натяжении, но в результате применения GENAPOL® X 080 оно должно составлять около 30 дин/см. В Интернете можно найти рекомендации по смешиванию 50 мл с 1000 мл, что может дать концентрацию неионогенного ПАВ до 0,125%. В Интернете можно найти рекомендации по смешиванию 50 мл с 1000 мл, что может дать концентрацию неионогенного ПАВ до 0,125%, что является лишь незначительным превышением. См. ГЛАВА IX. ОБСУЖДЕНИЕ Окончательных очистителей: использование данного продукта с концентрацией 0,075% активного неионогенного ПАВ в качестве окончательного очистителя.

VIII.6.2.b Консервантом по CAS-номеру 122-99-6 должен быть 2-феноксиэтанол, который широко используется во многих косметических средствах. В соответствии с Постановлением Европейского союза о косметике (ЕС) № 1223/2009, феноксиэтанол разрешен в качестве консерванта в косметических составах в максимальной концентрации 1,0%. Феноксиэтанол классифицирован Министерством здравоохранения Канады как противомикробное и консервирующее средство".

VIII.6.3 ILFORD™ рекомендует использовать средство, начиная с 1 части очистителя на 200 частей воды, что дает следующие результаты в зависимости от конкретной рецептуры при максимальной указанной концентрации.

VIII.6.3.a 2015 SDS: Концентрация неионогенного поверхностно-активного вещества до 0,025%, что может составлять до 5 раз КМЦ, пригодного для использования в качестве фотосмачивающего агента с некоторым моющим эффектом. В качестве смачивающего агента с некоторыми моющими свойствами также подойдет 0,0125%, что соответствует примерно 2,5X КМЦ.

VIII.6.3.b 2017 SDS: Концентрация неионогенного поверхностно-активного вещества до 0,0125%, что может составлять до 4 раз от КМЦ, может использоваться в качестве фотосмачивающего агента с некоторым моющим эффектом. В качестве смачивающего агента с некоторыми моющими свойствами также подойдет концентрация 0,01%, равная примерно 3X КМЦ.

VIII.6.4 Обсуждение в Интернете добавления неионогенного ПАВ Dow™ Tergitol™ к по сути неионогенному ПАВ ILFORD-ILFOTOL™ для усиления очистки не имеет смысла, если только ILFORD-ILFOTOL™ не разбавлен слишком сильно.

VIII.7 KODAK™ PHOTO-FLO 200: Это смачивающий агент, представляющий собой **воду, смешанную с 25-30% пропиленгликоля (т.е. антифриза)**, который действует как растворитель, а также как антибактериальный и противогрибковый агент, и 5-10% неионного ПАВ. Неионогенное ПАВ под CAS-номером 9036-19-5 - это, скорее всего, Dow™ Triton™ X-114. Этот тип ПАВ (октилфенол этоксилаты) является токсином для водной среды и в настоящее время выводится из оборота (подробнее см. в ГЛАВЕ IX. ОБСУЖДЕНИЕ Окончательных вариантов очистителей). Если в качестве

ПАВ используется Dow™ Triton™ X-114, то поверхностное натяжение составит около 31 дин/см, ККМ - 120 ppm, но низкая точка помутнения 25°C/77°F ограничивает применение этого продукта в основном областях, эквивалентными комнатной температуре.

VIII.7.1 Согласно литературным данным, при использовании 1 части очистителя на 200 частей воды концентрация разбавленного неионогенного ПАВ составляет около 0,05%, что для данного неионогенного ПАВ является практически минимальной концентрацией, пригодной для использования по назначению в качестве фотосмачивателя, применяемого в одной точке.

VIII.7.2 Компонент пропиленгликоль обеспечивает очень стабильный срок хранения и как ингредиент очень безопасен. К сведению, пропиленгликоль является антибактериальным и противогрибковым средством в концентрациях 25% и выше, а в концентрациях менее 1% может ускорять рост бактерий. Являясь растворителем, пропиленгликоль иногда используется в чистящих средствах в качестве стабилизатора и загустителя. Любое его использование в качестве антипенообразователя возможно при концентрациях, значительно превышающих те, которые предназначены для очистки виниловых пластинок. Я смешивал в равных пропорциях 0,05% пропиленгликоля с 0,05% Dow™ Tergitol™ 15-S-9, и заметного антипенообразующего действия не наблюдалось.

VIII.8 АЛКОГОЛИ: Изопропиловый спирт (IPA), также известный как 2-пропанол (CAS # 67-63-0) или этанол (CAS # 64-17-5), часто добавляется в растворы для очистки пластинок "сделай сам". IPA есть в каждой жилой аптечке. Этанол или IPA могут быть эффективным растворителем, эффективным смачивающим агентом, эффективным дезинфицирующим средством при достаточно высокой концентрации и полностью смешиваются с водой. Однако они образуют азеотроп только при высоких концентрациях (испаряются с водой при той же концентрации), а при низких концентрациях могут испаряться из воды. Однако этанол и IPA могут быть очень опасны.

VIII.8.1 Токсичность спиртов: Чистый этанол является питьевым спиртом и, если не считать опьяняющего эффекта, очень безопасен. Однако большинство покупных этанолов денатурируется (становится непригодным) метанолом, а метанол и IPA могут быть очень токсичными.

VIII.8.1.a Денатурированный спирт. Денатурированный спирт, приобретаемый через Интернет или в хозяйственном магазине, обычно представляет собой этанол (питьевой спирт), который был денатурирован (сделан непригодным) путем добавления метанола. Однако в больших концентрациях метанол может быть очень токсичен (впитывается через кожу). Важно читать этикетку и/или SDS. Существует множество сортов "денатурированного спирта", и содержание метанола может варьироваться от относительно безопасных 0,5% в реактивах до опасных >25% в промышленных сортах.

VIII.8.1.b IPA: IPA токсичен при попадании в организм или длительном дыхании в высоких концентрациях. Попадание IPA внутрь может нанести серьезный вред здоровью или привести к смерти при приеме всего 250 мл (так называемая разовая смертельная доза). Допустимый 8-часовой предел воздействия паров IPA для Управления по охране труда и здоровья (OSHA) составляет 400 ppm, однако Американская конференция государственных промышленных гигиенистов (ACGIH) устанавливает пределы воздействия для IPA на уровне 200 ppm. Порог восприятия запаха для IPA составляет 22 ppm. При покупке IPA следует приобретать фармацевтический сорт, который представляет собой не что иное, как IPA+вода, что можно найти в аптеках; или реактивный сорт с техническими характеристиками из надежного источника.

VIII.8.1.c Метанол: Древесный спирт - это метанол. Метанол может быть очень токсичен как при вдыхании, так и при впитывании кожей. Попадание в организм может привести к летальному исходу или слепоте. Пары метанола имеют допустимый 8-часовой предел воздействия, установленный Управлением по охране труда и здоровья (OSHA) и Американской конференцией

государственных промышленных гигиенистов (ACGIH), - 200 ppm. Порог восприятия запаха метанола составляет от 100 до 1500 ppm.

VIII.8.2 Пожароопасность спиртов: растворы спирт + вода могут быть горючими при очень низких концентрациях (2%), а при несколько более высоких концентрациях (до 7%) легко воспламеняются, а пары могут быть взрывоопасны. Температура вспышки - это температура, при которой жидкость может воспламениться. Этанол и IPA в концентрации 70% (и выше) очень огнеопасны, их температура вспышки составляет 14°C/57°F и 21°C/70°F соответственно, и горят они синим пламенем, которое не сразу замечаешь.

VIII.8.2.a Обзор рисунка 37 (Astbury, G.R. & Bugand-Bugandet, J. & Grollet, E. & Stell, K.M. (2005), Flash points of aqueous solutions of flammable solvents. Серия симпозиумов Института инженеров-химиков. 505-522 (7)). при 2%-ных растворах IPA + вода классифицируются как горючие с температурой вспышки 65°C/149°F. При содержании более ~7,5% этанола или 10% IPA + вода растворы классифицируются как легковоспламеняющиеся с температурой вспышки менее 100°F/38°C.

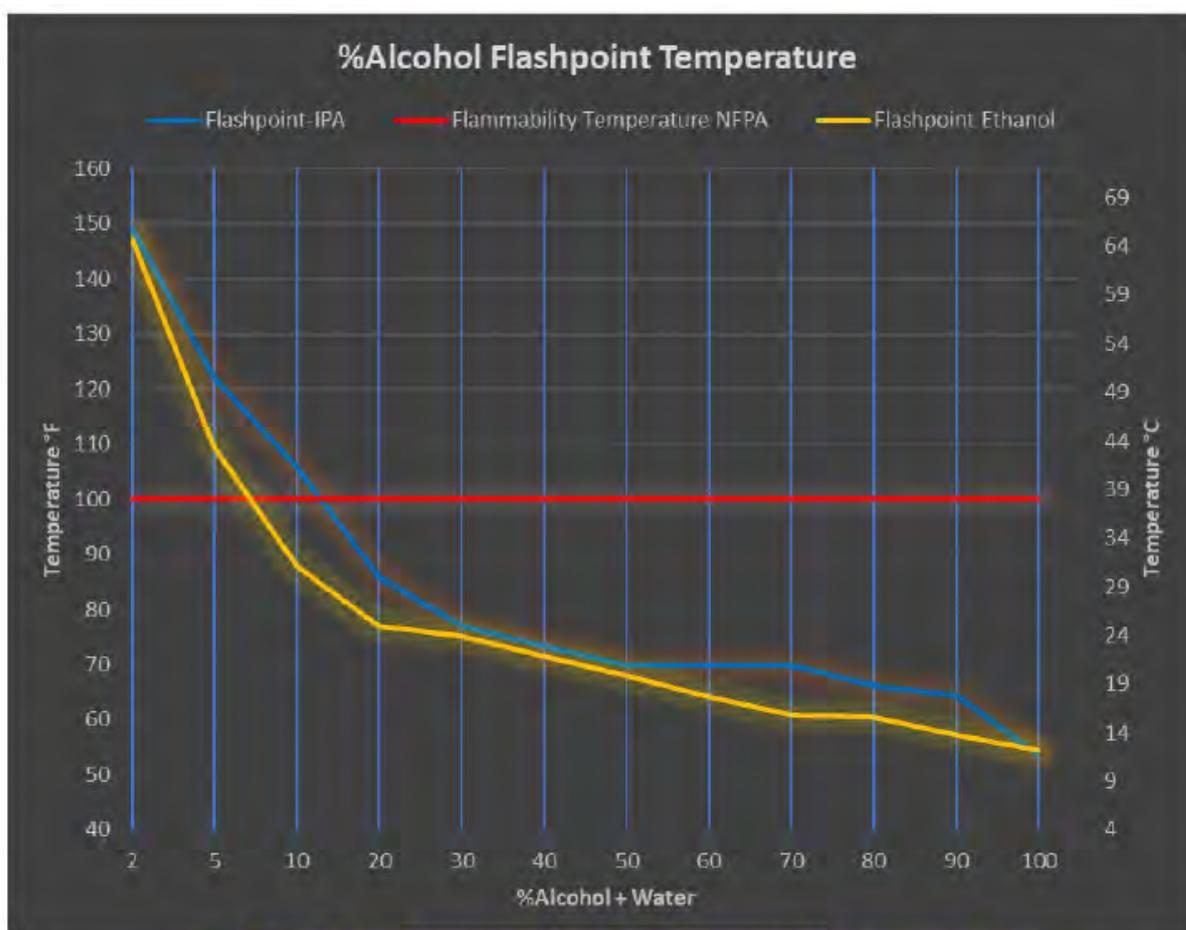


Figure 37 - Alcohol + Water Flashpoint Temperature

VIII.8.2.b Пределы взрываемости основаны на концентрации при 25°C/77°F, которая может взорваться при воздействии источника воспламенения. При 100% IPA нижний и верхний пределы взрываемости составляют от 2,3 до 13,2%. Но даже при разбавлении водой (25% IPA + вода) нижний и верхний пределы взрываемости могут составлять от 2,3 до 7,1%. Источник данных - Влияние верхнего предела взрыва изопропилового спирта паром, инертированием при 1 атм и 150 °C в 20-L-аппарате, Shang-Yi Shen - Jia-Chi Chen - Shang-Hao Liu, Ron-Hsin Chang, Horng-Jang Liaw, Chi-Min Shu J Therm Anal Calorim (2013) 113:1619-1624 (73).

VIII.8.2.c Для справки: сигарета не является надежным источником воспламенения алкоголя, но электрическая дуга/искра является таковым; см: Geiman, Justin & Fuss, P., (2013). Исследование сигарет как источника воспламенения топлива Coleman. Огонь и материалы 2013 - 13-я Международная конференция и выставка, материалы конференции. 759-768 (15).

VIII.8.3 Назначение спирта неоднозначно. Сам по себе IPA часто используется в качестве осушающего агента, а разбавленный от 5% до 25% водой способен значительно снизить температуру кипения (давление паров), как показано на рис. 38. Однако этанол+вода не снижают температуру кипения на ту же величину, что противоречит его использованию в качестве осушающего агента.

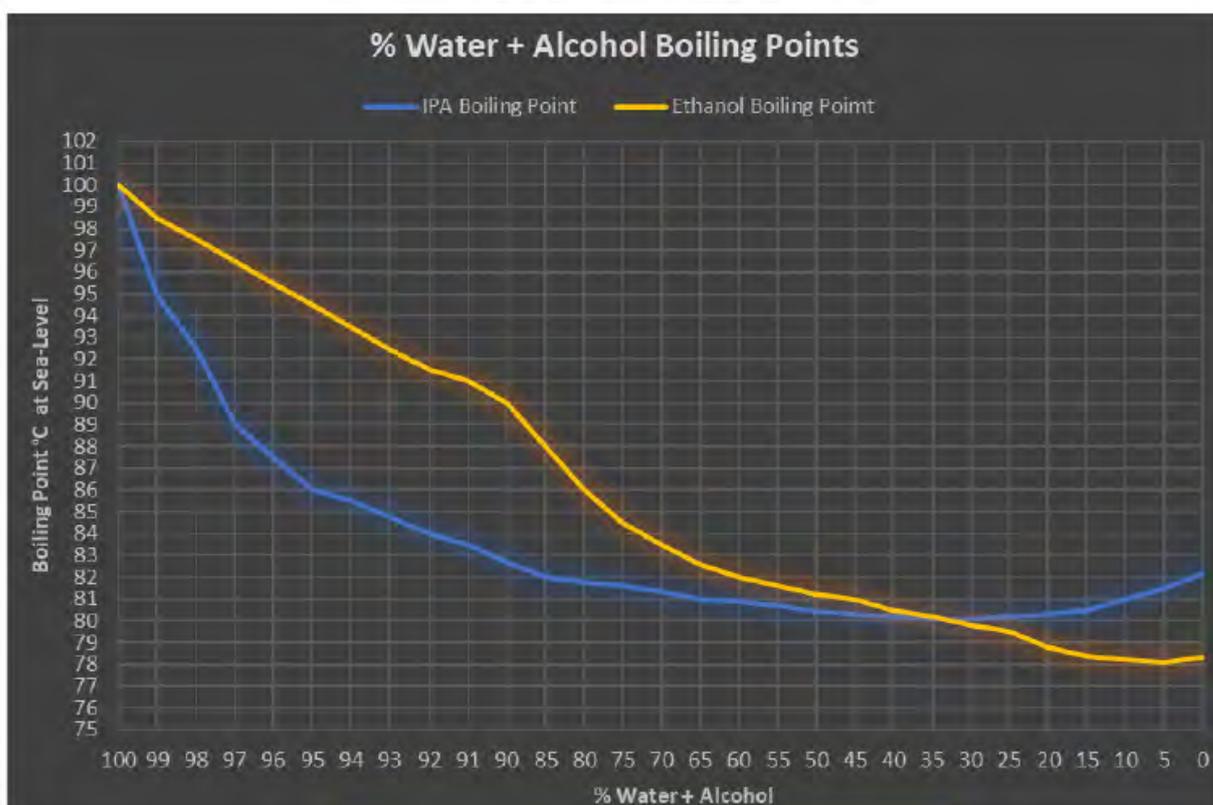


Figure 38 - Water + Alcohol Boiling Points

VIII.8.4 Однако для водных моющих средств со спиртом и ПАВ в статье "Давление паров этанол-водных растворов моющих средств" (B.DFlockhart, 1960) (9) указано, что сродство между моющим средством и спиртом достаточно сильно, поэтому температура кипения раствора не понижается, а наоборот, повышается. Из этого следует, что спирт в качестве компонента моющих средств не улучшает сушку, поэтому его используют для других целей, например в качестве соразтворителя для других компонентов, особенно в концентрированных формах.

VIII.8.5 На рис. 39 показано, что **этанол и IPA** снижают поверхностное натяжение воды, **улучшая смачивание подобно неионным ПАВ**, причем оптимальной концентрацией для поверхностного натяжения 34,6-30,5 дин/см является примерно **15-20%**. Данные для рис. 39 взяты из статьи "Поверхностное натяжение спирта + воды от 20 до 50°C", Гонсало Васкес, Эстрелла Альварес, Хосе М. Наваза, Journal of Chemical and Engineering Data. 1 May 1995 (31). На различных форумах обсуждается использование только DIW и нескольких процентов IPA для улучшения очистки, особенно от твердых частиц. Этот результат достоверен, поскольку даже 2,5% IPA в воде может снизить поверхностное натяжение примерно до 60 дин/см, уменьшая угол контакта воды и раствора IPA с пластинкой, улучшая смачивание и повышая качество очистки, особенно для мелких частиц.

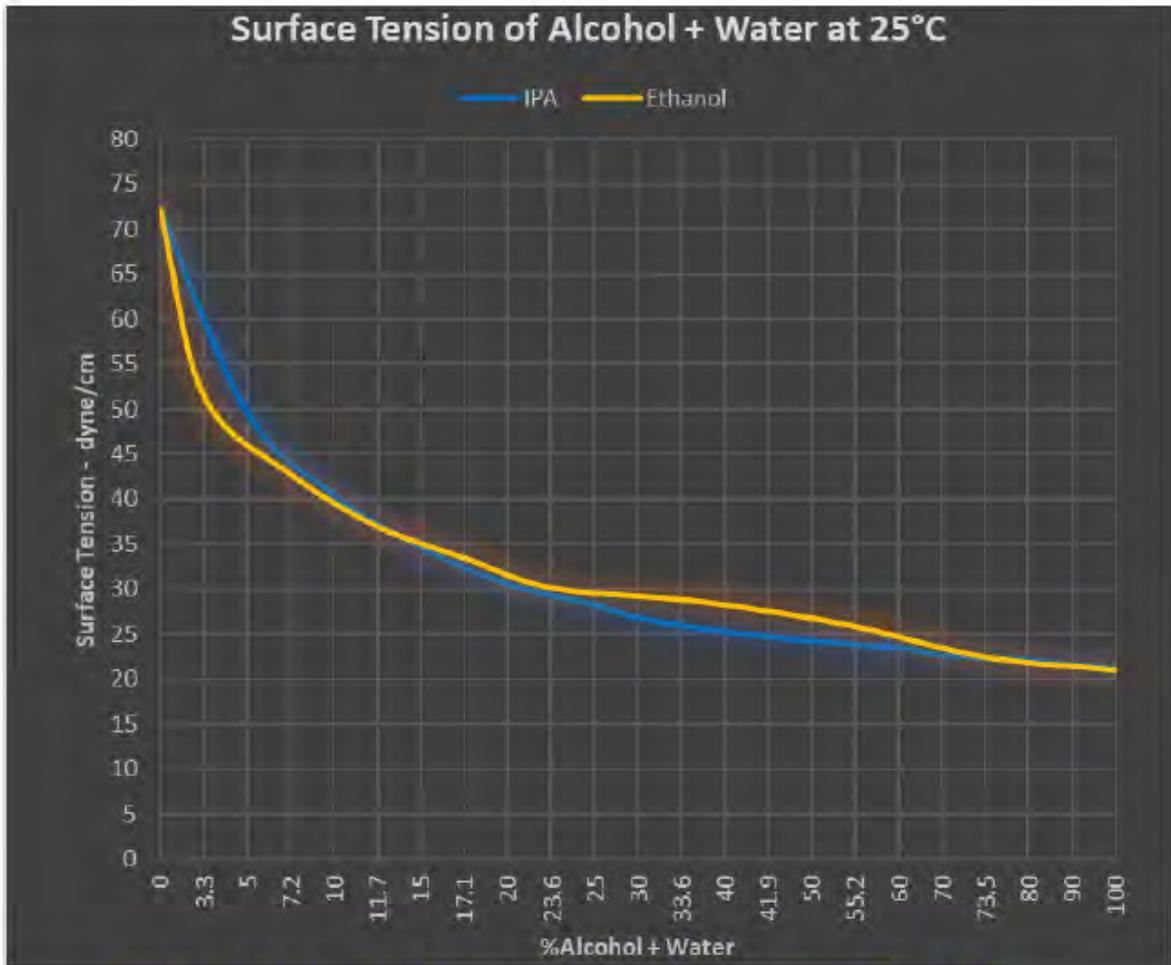


Figure 39 - Water + Alcohol Surface Tensions of at 25°C
(adapted with permission copyright 1995, American Chemical Society)

VIII.8.6 Этанол или IPA в низких концентрациях от 2,5 до 10% могут способствовать очистке, поскольку в сочетании с ПАВ с низким поверхностным натяжением улучшают растворимость на границе вода-масло, вызывая набухание некоторых органических загрязнений, что позволяет ПАВ (в составе очистителя) поднимать грязь с поверхности, как показано на рис. 40. Это хорошо используется в ГЛАВЕ XIV. ОБСУЖДЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ОЧИСТИТЕЛЬНЫХ МАШИН: для случаев, когда требуется негорючая, малоостаточная формула. Раствор 2,5% IPA показал свою эффективность при очень низких концентрациях неионогенного ПАВ, добавляемого только для смачивания.



Figure 40 - Organic Soil Roll-Up

VIII.8.7 При разбавлении различных концентраций IPA, таких как 100%, 91% или 70%, для получения конечного меньшего процента можно использовать следующее уравнение с учетом того, что это % по объему.

$$V_{IPA} = \frac{C_f}{C_i} V_f$$

Где: V_{IPA} = объем добавляемого IPA (мл)

C_f = конечная концентрация IPA (v/v%)

C_i = начальная концентрация МПА (v/v%)

V_f = конечный объем жидкости (мл)

Примеры: Для получения 2,5% IPA в 1400 мл раствора с использованием 70% IPA = $(0,025/0,70) \times (1400 \text{ мл}) = 50 \text{ мл}$.

Для получения 2,5%-ного IPA в 1400 мл раствора с использованием 91%-ного IPA = $(0,025/0,91) \times (1400 \text{ мл}) = 39 \text{ мл}$.

VIII.8.8 Испарительные потери спирта: Этанол и IPA при низких концентрациях (<50%) не являются азеотропами и могут испаряться отдельно от воды; это хорошо видно при рассмотрении применимой диаграммы равновесия пар-жидкость, которая при кипении показывает соотношение концентрации паров и жидкости. При низких концентрациях концентрация паров спирта значительно превышает концентрацию жидкости. При более высоких концентрациях, когда образуется азеотроп, концентрация спирта в жидкости и паре одинакова. Для тех, кто может использовать этанол или IPA в низких концентрациях в ультразвуковом резервуаре (используйте только невоспламеняющиеся концентрации), в течение некоторого времени спирт будет испаряться из воды быстрее, чем испаряется вода. Если не контролировать концентрацию спирта (имеются спиртовые гидрометры), то при увеличении срока службы бани концентрация будет падать.

VIII.8.9 Характеристики чистоты изопропила - IPA: Качественный IPA обычно производится в соответствии с двумя различными отраслевыми стандартами (известными как монографии) - United States Pharmacopeia (USP) Grade и American Chemical Society (ACS) Reagent Grade. В соответствии с USP-Grade существует две (2) разновидности IPA, а также "спирт для протирания" USP, который может содержать этанол или IPA. Существуют также две широко используемые промышленные спецификации Fed-Spec TT-I-735a, Isopropyl Alcohol (23) и ASTM D770 (Standard Specification for Isopropyl Alcohol).

VIII.8.9.a В таблице VIII перечислены различные типы IPA и "протирачного спирта", которые могут существенно отличаться по чистоте, ингредиентам и максимально допустимому содержанию нелетучих остатков (NVR). Продаваемый IPA по стандартам ACS, USP, TT-I-735a и ASTM D-770, как правило, имеет гораздо меньший NVR. Однако купленный в магазине 70%-ный и 91%-ный USP Grade "может" иметь высокую NVR в зависимости от маркировки производителя и качества.

VIII.8.9.b Для целей очистки следует избегать спирта, маркированного как "спирт для протирания", поскольку денатурат и другие ингредиенты, такие как парфюмерные масла и красители, могут быть не указаны, а NVR может быть очень высоким. Наиболее безопасной рекомендацией является приобретение спирта чистотой 91% UPS Grade или выше у производителя, имеющего легкодоступный SDS.

VIII.8.9.c При смешивании очень малых количеств (например, 2,5%) вполне подойдет 91%-ный сорт USP. К моменту разбавления все НВР, имеющиеся в нем, будут настолько разбавлены, что это не будет иметь значения. Если предположить, что НВР в USP-сорте IPA наихудший, то приготовленный 2,5%-ный раствор (0,025)(50 мг/л) = 1,25 мг/л = ~1,25 ppm. NVR от ПАВ в 50 раз выше. Однако если использовать ПНД в том виде, в котором он поставляется, в качестве растворителя для протирания, т.е. без дополнительного разбавления, то разница в качестве "может" быть заметна. Все зависит от качества продукта.

Table VIII
Alcohol Specifications & Purity

Alcohol Specification	Alcohol Concentration & Other Ingredients	NVR
ACS Reagent Grade IPA	>99.5%	10 mg/L
TT-I-735a Grade A	99.9% or better	20 mg/L
TT-I-735a Grade B	99.6% or better	
UPS Grade IPA	>99%	50 mg/L
	91% + DIW	
	70% + DIW	
ASTM D770	99.8% or better	50 mg/L
USP Grade Rubbing Alcohol	68.5 to 71.5% IPA, DIW & may contain perfume oils & colorant.	Clear unscented 70% rubbing alcohol may be the same as 70% UPS Grade IPA
	68.5 to 71.5% ethanol, DIW & denatonium benzoate denaturant & may contain perfume oils & colorant.	Not less than 14 mg/L
	68.5 to 71.5% ethanol, DIW & sucrose octaacetate denaturant & may contain perfume oils & colorant.	Not less than 3,560 mg/L

VIII.9 Энзимы. ФЕРМЕНТЫ. Ферменты - это биологические катализаторы, которые, как правило, представляют собой некие белки. С энзимами и очисткой связана аналогия "замок и ключ". Конкретный энзим должен быть правильным ключом для отпираания (растворения) конкретного грунта. Существуют четыре (4) основных фермента, и работа каждого из них зависит от загрязнения, времени, концентрации и поверхности, а также от необходимости промывки.

VIII.9.1 Протеазы расщепляют белковые загрязнения, включая кровь, мочу, пищу, фекалии, вино и другие напитки. Это наиболее часто используемый тип ферментов в чистящих средствах.

VIII.9.2 Амилазы расщепляют молекулы крахмала, например, в яйцах, сахаре, соусах, мороженом, подливках. Этот фермент широко используется в чистящих средствах.

VIII.9.3 Липазы расщепляют молекулы жира, например, масла и смазки. Это может помочь при удалении отпечатков пальцев, но минеральные, например, рафинированные/синтетические масла/жиры - не так хорошо.

VIII.9.4 Целлюлазы используются для смягчения ткани и восстановления цвета волокон, состоящих из целлюлозы. Они также удаляют твердые частицы почвы и уменьшают поседение и пиллинг ткани. Насколько хорошо они удаляют твердые частицы, неизвестно - литературные данные довольно скудны и, вероятно, зависят от поверхности - они могут работать на одежде, но не на твердых поверхностях или очень мелких частицах.

VIII.10 АНТИСТАТИКИ. Почитайте любой аудиофорум, и там наверняка будут обсуждаться вопросы использования антистатических очистителей и спреев. В принципе, статическое электричество можно снять с любой поверхности с помощью пленки воды, причем пленка воды не обязательно должна быть очень толстой. Достаточно толщины всего в 20 ангстрем (что равно 0,0020 мкм). Таким образом, если наносимая жидкость может равномерно смачивать пластинку, то статическое электричество может рассеиваться. Доказательства этого можно почерпнуть из следующих работ:

VIII.10.1 Снятие статического заряда с помощью раствора IPA, Tadahiro Ohmi, Seiji Sudoh, and Hiroyuki Mishima, IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, Vol. 1, No. 4. Ноябрь 1994 г. В этой статье проверялась способность растворов IPA+вода снимать заряд с тефлона™ (PTFE-пластика). Тефлон™ (рис. 29) является одним из наиболее отрицательно заряженных материалов трибоэлектрического ряда и имеет очень низкое критическое поверхностное натяжение - около 19 дин/см. В работе продемонстрирована способность 20% IPA + вода и большего количества IPA рассеивать заряд с тефлона™. Менее 20% IPA + вода этого не делали. Объяснение заключается в том, что 20% IPA + вода на рис. 39 имеет поверхностное натяжение около 30 дин/см и способна смачивать тефлон™ настолько, чтобы отводить статический заряд. Таким образом, любой раствор, который "смачивает" пластинку, может снять с нее статический заряд.

VIII.10.2 Почему важны три монослоя влаги, Том Грин, T.J. Green Associates, LLC, Боб Лоури, консультант по электронным материалам, сентябрь 2016 г. (76). В этой работе показано, что очень тонкие пленки воды толщиной всего в ангстрем, естественным образом сконденсировавшиеся на поверхности слюды под воздействием влажности окружающей среды, могут изменить проводимость слюды (которая является изолятором), как показано в табл. IX. Для справки, толщина одного монослоя воды составляет 2,8 ангстрема (0,00028 мкм). Согласно различным рекомендациям по ESD и анекдотическим данным, точка росы от 50 до 55°F является порогом, при котором статическое электричество на пластинке обычно не образуется. При влажности 40%/77°F толщина водной пленки должна составлять около 20 ангстрем (0,0020 мкм), и этого должно быть достаточно, чтобы сделать поверхность проводящей или, по крайней мере, рассеивающей. Из ГЛАВЫ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ: водная пленка толщиной 0,0020 мкм на пластинке будет равна примерно 0,020 мг воды, равномерно распределенной по одной стороне пластинки. Следует также отметить, что окружающий воздух содержит достаточное количество ионных примесей, таких как соли, поэтому сконденсировавшаяся влага не будет чистой водой и должна быть проводящей.

Table IX
Mica Conductivity from Condensed Water Film

Relative Humidity @25°C/77°F	Dewpoint	Ambient air water g/m ³	Conductivity measured across mica	Water Film Thickness - microns
20%	33°F	4.8	<0.01 pico-amp	0.0010
30%	43°F	7.1	~0.02 pico-amp	0.0016
35%	47°F	8.2	~0.08 pico-amp	0.0018
40%	51°F	9.6	~0.3 pico-amp	0.0020
50%	57°F	11.9	~1.0 pico-amp	0.0025
60%	62°F	14.2	~5.0 pico-amp	0.0030
70%	66°F	16.3	~10 pico-amp	0.0032

VIII.10.3 Некоторые антистатические химикаты используются для создания тонкого покрытия, которое затем предотвращает появление статики. Все эти химикаты имеют низкое давление пара (не испаряются) и очень гидроскопичны (поглощают воду). Таким образом, тонкое покрытие поглощает влагу из воздуха, образуя на поверхности пластинки водяную пленку. Наиболее эффективными являются катионные ПАВ на основе четвертичных аммониевых соединений (ЧАС), которые также являются дезинфицирующими средствами. Пропиленгликоль также очень гидроскопичен, как и неионогенные ПАВ, но оба в меньшей степени. Большинство из этих антистатических покрытий имеют ограничения при снижении влажности окружающей среды ниже 35%.

VIII.10.3.a В одном из распространенных составов для чистки пластинок "сделай сам" в качестве источника ККВ используется NEPASTAT™ 256. Существует одна промышленная антистатическая жидкость, не используемая ни в одном средстве для очистки пластинок DIY, - ACL Staticide®, которая использует метил-бис(2-гидроксиэтил)кооалкил-четвертичные аммониевые нитраты/хлориды для ЧАС в концентрации около 0,1% (1000 ppm) и определяет пригодность к использованию при влажности до 15%.

VIII.10.3.b В работе "Исследование влияния очищающих процедур на полистирол с помощью СЭМ, АСМ и ToF-SIMS", Anna L. Fricker, David S. McPhail, Brenda Keneghan and Boris Pretzel, Heritage Sci (2017) 5:28 (4), для очистки полистирола использовались неионное ПАВ BASF™ Dehypon™ LS45 и анионное ПАВ Orvus™ WA Paste в концентрации 1% (10 000 ppm). Полистирол очищался с помощью салфеток из микрофибры и промывался салфетками, смоченными деминерализованной водой, для удаления остатков ПАВ. После промывки с помощью времяпролетной масс-спектрометрии вторичных ионов (ToF-SIMS) были обнаружены остатки ПАВ, измеренные как одномономерный слой толщиной около 9 ангстрем (0,0009 мкм). В реальности этот слой будет существовать/смешиваться с водным слоем, который естественным образом осаждается из воздуха. Но если это поверхностно-активное вещество было катионным, то высокая проводимость пленки жидкости могла бы выступать в качестве сильного антистатика, несмотря на любые негативные последствия для воспроизведения музыки.

VIII.10.3.c В статье Record Contamination: Causes and Cure" Percy Wilson, 1965 (61) говорится следующее: "Однако в начале исследований стало совершенно ясно одно: обработка поверхности пластинки любым материалом, оставляющим на ней осадок, увеличивает ее шумность в течение нескольких месяцев. **В частности, моющие средства (как анионные, так и катионные) примерно через 12 месяцев приводят к появлению батареи ям на участках канавки.** Мы предположили, хотя и не исследовали это досконально, что это действие не столько винилхлорида, сколько стеарата свинца или других добавок, входящих в состав современного материала диска".
Примечание: Этот вывод может быть неприменим к современным пластинкам, в которых уже не используются свинцовые ингредиенты; см. ГЛАВА X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ:. Однако остатки чистящего средства все же могут быть слышны, о чем говорится в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ:

VIII.11 БИОЦИДЫ: Химические вещества используются для уничтожения и/или контроля роста микроорганизмов, таких как бактерии, споры и вирусы; их можно разделить на стерилизующие (убивающие все), дезинфицирующие (убивающие большинство) или ингибирующие (предотвращающие рост). Катионные ПАВ, имеющие положительный заряд и используемые в качестве антистатика, также могут быть очень эффективными дезинфицирующими средствами, и особым типом, как уже говорилось, являются четвертичные аммониевые соединения (ЧАС). Однако ЧАСы не являются полностью спороцидными (убивают споры плесени), а вот простая перекись водорода является спороцидной. Химикаты CMIT/MIT, входящие в состав ILFORD™ ILFOTOL™, являются ингибиторами.

VIII.11.1 NEPASTAT™ 256: NEPASTAT™ 256 - это концентрированный антибактериальный (дезинфицирующий), антистатический, щелочной очиститель общего назначения, предназначенный для разбавления водопроводной водой из расчета 1/2-1 унция на галлон (разбавление 1 части очистителя на 125-250 частей воды). Данный продукт очень эффективен как дезинфицирующее средство, способное уничтожить практически любые бактерии и вирусы (включая COVID-19) при соответствующем времени контакта, указанном производителем. Этот продукт используется некоторыми производителями чистящих средств "сделай сам", как правило, в качестве антистатика, а иногда рекомендуется для продления срока службы ультразвуковых ванн за счет ингибирования бактерий. Активными компонентами являются соединения четвертичных аммониевых солей. Однако это также щелочной очиститель широкого спектра действия, в состав которого помимо смеси катионных ПАВ на основе четвертичных аммониевых соединений (QAC) входят этоксилированное неионогенное ПАВ, этанол, метасиликат натрия (для повышения pH), ЭДТА натрия (для использования с водопроводной водой) и отдушка.

VIII.11.1.a Обратите внимание, что в бюллетене нью-йоркского Mount Sinai Silekoff Centers for Occupation Health от 9/2015 под названием "Quaternary Ammonium Compounds in Cleaning Products: Health & Safety Information for Health Professionals" (60) вызывает достаточные опасения в отношении здоровья дыхательных путей, поэтому к использованию данного продукта или любых четвертичных аммониевых соединений (ЧАС) для чистки следует подходить с осторожностью тем, кто страдает астмой или другими заболеваниями дыхательных путей.

VIII.11.1.b Кроме того, для информации, большинство четвертичных аммониевых соединений классифицируются как высокотоксичные для водной флоры и фауны в соответствии с Согласованной на глобальном уровне системой классификации и маркировки химических веществ ООН (GHS).

VIII.11.2 BAK50: BAK50 представляет собой 50% концентрированный хлорид бензалкония CAS № 8001-54-5. Это смесь катионных ПАВ с хлоридами алкилбензилдиметиламмония, которые относятся к группе QAC и являются мощными дезинфицирующими средствами. Он аналогичен NEPASTAT™ 256 без других неионогенных ПАВ и щелочных компонентов. BAK50 легко доступен в небольших количествах и по низкой цене в ЕС/Великобритании, но не в США. Лабораторный сорт доступен в США по гораздо более высокой цене. BAK50 обычно применяется из расчета 1 часть BAK50 на 200 частей дистиллированной/деминерализованной воды, аналогично NEPASTAT™ 256. Профиль безопасности/опасности BAK50 в виде концентрата такой же, как и у NEPASTAT™ 256.

VIII.11.3 Плесень: Существует две различные категории - плесень, которая представляет собой пыль, имеет затхлый запах и относительно легко удаляется с поверхностей с помощью большинства методов влажной уборки. В то время как пушистая/слизистая плесень, как правило, имеет более резкий запах и представляет собой нечто иное и может быть опасной. Агентство по охране окружающей среды США разработало рекомендации по устранению плесени - Mold Cleanup in Your Home | Mold | US EPA. Если на пластинке имеется нечеткая/слизистая плесень, общая рекомендация - избегать ее и не пытаться восстановить, если только она не представляет исключительной ценности. Для плесени типа "плесень" наиболее безопасным является полный мокрый процесс, например, ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: плесень не должна передаваться воздушно-капельным путем - для "удаления" плесени можно использовать большое количество воды и чистящего средства. Такая же техника используется для "удаления" бактерий и вирусов с рук, и в эпоху COVID мы все знаем, как это делается - мыть руки водой с мылом в течение 20 секунд. Если вы удалите плесень сухой щеткой, она попадет в воздух и станет опасной для дыхания.

VIII.11.3.a Если есть опасения, что после промывки в записях могут остаться живые споры плесени, то необходимо использовать раствор со споровым действием. Используя в качестве руководства

Руководство по дезинфекции и стерилизации в медицинских учреждениях, 2008 Update: May 2019 (13) (Centers for Disease Control (CDC) Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2008 Update: May 2019), приведем некоторые соображения. Обычные дезинфицирующие средства, такие как спирт и ККВ (иногда называемые кватами), например NEPASTAT™ 256 и ВАК50, не обладают хорошей спороцидной активностью. Они могут подавлять рост, но не обязательно убивать споры.

VIII.11.3.b Самым безопасным спорообразующим раствором, который должен быть совместим с записями для уничтожения спор плесени, является простая перекись водорода. Единственный недостаток - время уничтожения: 3% = 2,5 часа, а 6% = 1 час. Гипохлорит натрия (отбеливатель) обладает очень хорошей спороцидной активностью и гораздо более быстрым временем уничтожения, чем перекись водорода, и также должен быть совместим с пластинками. Однако конкретные составы пластинок могут реагировать по-разному, а точная концентрация зависит от исходной концентрации, кроме того, бытовые отбеливатели могут содержать другие ингредиенты. Если для уничтожения плесени используется перекись водорода, то после замачивания слегка проведите щеткой, чтобы перемешать жидкость, а затем удалите ее в канализацию. Ополосните помещение водопроводной водой с помощью щетки, чтобы удалить всю перекись водорода, учитывая, что перекись водорода практически мгновенно смешивается с водой. Затем продолжить общую предварительную или окончательную очистку.

VIII.11.3.c Заплесневевшие/заплесневелые пластинки обычно выбрасываются и заменяются чистыми, например, White Die-Cut LP Jacket (Pack of 10) (sleevecityusa.com). Если это не так, то в Интернете можно найти ряд методов, которые можно попробовать применить. Однако, чтобы не подвергать себя воздействию плесени, находящейся в воздухе, примите соответствующие меры предосторожности: например, работайте на улице и пользуйтесь соответствующими средствами защиты персонала (СИЗ).

VIII.12 КИСЛОТЫ, КАРБОНАТЫ И МЕЛКИЕ ЧАСТИЦЫ: Некоторые из флуоресцирующих частиц на рис. 11-С представляли собой очень плотно прилегающие частицы неорганической/минеральной природы. Частицы такого типа являются естественными для окружающей среды и известны как аэрозоли Lecture25.pdf (gatech.edu). Хотя их размер может варьироваться от 0,002 до 100 мкм, значительное количество находится в диапазоне от 0,5 до 1 мкм, и если они конгломерируются (слипаются вместе), то образуются более крупные частицы. Частицы такого размера и типа могут присутствовать в процессе прессования и обработки пластинки (в зависимости от чистоты прессовальной установки) и, по сути, быть впрессованными в пластинку или оседать на ней. Или же они могут быть получены **в результате использования водопроводной воды для очистки использованной пластинки, которая не была промыта DIW, или высушенных остатков чистящего средства.** Такие частицы нелегко удалить, даже если они находятся только на поверхности, и они могут быть источником фонового шипения или статического шума, а также накапливаться на стилусе.

VIII.12.1 В статье "Адгезия и удаление мелких частиц на поверхностях, аэрозольная наука и технология, М. Б. Ранаде, 1987 (46) показано, что для частиц оксида алюминия сила (ускорение), необходимая для удаления 10-микронной частицы, составляет $4,5 \times 10^4$ гс, 1-микронной - $4,5 \times 10^6$ гс и 0,1-микронной - $4,5 \times 10^8$ гс". Даже агрессивная очистка с помощью Alconox™ Liquinox™ и щетки может не справиться с удалением этих очень мелких, но вязких частиц/мусора, которые могут "прятаться" в долинах между гребнями боковых стенок канавок.

VIII.12.2 Однако кислоты могут растворять эти типы частиц (подобно очистке кофейника от остатков воды или удалению ржавчины) или разбухать настолько, что их невозможно удалить. Именно поэтому кислотная очистка и кислотное замачивание рассматриваются в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:. Однако кислоты не эффективны против органических грунтов. Для

того чтобы кислота подействовала, поверхность должна быть сначала обезжирена, что достигается на этапе предварительной очистки с использованием **CLEANER** в качестве агрессивного моющего средства.

VIII.12.3 В качестве кислотного очистителя рекомендуется использовать **ACID Alconox™ Citranox™**, который эффективен, совместим (при соответствующей экспозиции) как с виниловой пластинкой, так и с окончательным очистителем, имеет известные ингредиенты от давно известного поставщика и безопасен при соответствующем использовании и применении СИЗ, таких как перчатки. Кроме того, подробная техническая информация легко доступна на сайте Critical Cleaning Detergents & Validation | Alconox Inc.; а продукт легко доступен потребителю по разумной цене. Некоторые общие сведения о Alconox™ Citranox™ приведены ниже:

VIII.12.3.a Продукт представляет собой комбинацию лимонной и гликолевой кислот (в сочетании до 35%), стабилизатора pH, а также анионных и неионогенных ПАВ для смачивания и придания некоторой моющей способности. Лимонная и гликолевая кислоты - слабые кислоты, сила которых связана с их потенциалом ионизации в растворе, обозначаемым как константа pKa. Чем ниже pKa, тем сильнее кислота. Лимонная кислота имеет три значения pKa - 3,08, 4,74 и 5,4. Гликолевая кислота имеет одно значение pKa - 3,83. Уксусная кислота (дистиллированный белый уксус) имеет одно значение pKa - 4,75. Для сравнения, у сильных кислот, таких как соляная, значение pKa равно нулю (0). Лимонная и гликолевая кислоты широко распространены во многих бытовых продуктах.

VIII.12.3.b В качестве стабилизатора pH используется триэтаноламин (TEA), CAS № 102-71-6, в количестве 10% в концентрате и около 0,15% при разбавлении для использования. ТЭА широко используется в средствах по уходу за кожей и чистящих средствах, а также выступает в качестве поверхностно-активного вещества и эмульгатора. Для средств по уходу за кожей он разрешен в США в концентрации менее 5% для "несмываемых" средств, а в ЕС - менее 2,5%. Токсикология ТЭА подробно рассмотрена, например, в "Отчете о косметических ингредиентах (CIR) триэтаноламина (ТЭА) и ТЭА-содержащих ингредиентов", 2011 (16) и "Этанол, 2,2',2''-нитрилотрис-: Оценка здоровья человека уровня II, 2013 (22). Для используемой концентрации 0,15% и сочетания с отсутствием неблагоприятных взаимодействий ТЭА в Alconox™ Citranox™ безопасен для применения в соответствии с предписаниями ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:.

VIII.12.3.c Продукт является концентрированным и содержит около 65% активных компонентов, остальное - вода. Таким образом, рекомендуемая для ручной очистки концентрация 1,5%-ного раствора составляет около 1,0%/10,000 ppm активных веществ.

VIII.12.3.d Средство легко смешивается, и в виде 1,5%-ного раствора имеет pH около 2,5, а поверхностное натяжение продукта составляет около 32 дин/см, поэтому он обладает отличной смачивающей способностью. Продукт не так сильно пенится, как Alconox™ Liquinox™, и не так легко смывается.

VIII.12.3.e Alconox™ Citranox™ совместим с предварительным очистителем Alconox™ Liquinox™ и неионным (или эквивалентным) окончательным очистителем Dow™ Tergitol™ 15-S-9 и совместим с записью при соответствующей ограниченной экспозиции при комнатной температуре в течение нескольких минут при промывке или 15-минутном замачивании (см. дополнительные сведения ГЛАВА X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ).

VIII.12.3.f Продукт не воспламеняется, является биоразлагаемым, не имеет сообщений об опасности острой или хронической токсичности, широко признан и используется во многих отраслях промышленности в течение многих лет, а качество продукта очень высокое.

VIII.12.4 Дистиллированный белый уксус представляет собой воду и уксусную кислоту (также известную как этаноловая кислота, получаемая из дистиллированного зернового спирта);

процентное содержание уксусной кислоты должно быть указано как "% кислотности". В продуктовых магазинах дистиллированный белый уксус обычно составляет 5%, но в промышленных образцах может достигать 30%. Обратите внимание, что существует много видов уксуса, например яблочный сидр, но используйте только "белый дистиллированный уксус", который является наиболее чистым (практически без остатка). Сам по себе уксус не будет "смачивать" пластинку и, если ее не погрузить в ванну с уксусом, будет собираться на пластинке в бисеринки. Добавление неионогенного поверхностно-активного вещества (см. ГЛАВА III. ПОДГОТОВКА ОЧИЩАЮЩЕГО РАСТВОРА) позволит раствору DWV "смочить" пластинку.

VIII.13 ЗАГРЯЗНЕНИЕ НЕЗНАКОМОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ - ТОЧЕЧНАЯ ОЧИСТКА: Бывшие в употреблении пластинки могут быть загрязнены капельками краски и материалами неизвестного происхождения, такими как вкрапленные отпечатки пальцев и засохшая бумажная масса, которые не поддаются ранее рассмотренным водным средствам предварительной очистки - моющим средствам и кислотам. Для удаления такого рода загрязнений (не металлических осколков, вкрапленных в пластинку) в первую очередь рекомендуется точечная очистка с помощью растворителя IPA. Рекомендуется использовать фирменные наконечники Q-Tips™ с надежной хлопчатобумажной головкой и бумажным стержнем, а не пластмассовые наконечники других марок. Смочите Q-Tip™ растворителем IPA, промокните загрязнения и попытайтесь очистить/оттереть, чтобы удалить их. Для помощи можно использовать деревянную зубочистку. Если это удалось, завершите процесс, выполнив этап окончательной очистки ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: или эквивалентный с использованием машин (вакуумных-RCM или UCM). Если это не удается, можно воспользоваться одним из следующих способов.

VIII.13.1 Замачивание с моющим средством и энзимами: Наполните раковину теплой водопроводной водой (около 90°-95°F) и добавьте в нее прозрачный жидкий стиральный порошок без отдушек. Хорошо перемешайте. Нанеся RLP, полностью погрузите пластинку и выдержите ее в течение одного (1) часа. Большинство качественных жидких стиральных порошков представляют собой смесь поверхностно-активных веществ, энзимов и слегка щелочей. После замачивания очистите поверхность щеткой, а затем промойте водопроводной водой/щеткой. Если грязь в основном удалена, выполните предварительную/окончательную очистку, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ; промывка кислотой необязательна. Дайте пластинке высохнуть на воздухе в течение одного (1) часа и не рекомендуется проигрывать ее в течение 24 часов, чтобы дать ей время "восстановить" все физические свойства, которые могли размягчиться во время замачивания. Если отложения не удаляются, выполните заключительные действия по очистке/промывке/сушке, описанные в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: и попробуйте использовать жидкость для зажигалок Zippo™ и/или клей ПВА.

VIII.13.2 Жидкость для зажигалок Zippo™ Lighter Fluid использовалась в качестве кратковременного очистителя/растворителя пятен без существенного ущерба для записи. Жидкость для зажигалок Zippo™ представляет собой смесь легких нефтяных дистиллятов (в состав которых может входить множество различных химических веществ) и нефти (в состав которой может входить множество различных химических веществ). Из-за большого разброса фактических ингредиентов рекомендуется использовать только фирменную жидкость Zippo™. Помимо горючести (температура вспышки 20°F), он относительно безопасен, не токсичнее IPA. Однако любой длительный контакт с пластинкой, скорее всего, приведет к ее повреждению. Однако многие успешно используют несколько минут воздействия. Точечно очистите загрязнения жидкостью для зажигалок Zippo™, используя ту же процедуру, что и при работе с IPA. В случае успеха завершите очистку, выполнив предварительную/окончательную очистку (кислотная промывка не требуется), как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:.

VIII.13.3 Для удаления небольших трудноудаляемых пятен с некоторым успехом используется клей ПВА. Клей для дерева должен состоять в основном из поливинилацетата (того же

сополимера, который используется в рекорд-форуме, обсуждаемом в ГЛАВЕ X. РАССМОТРЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ:) или его разновидностей и воды. В зависимости от производителя, а также от того, для внутренних или наружных работ предназначен клей для дерева, в его состав могут входить и другие компоненты. Белый/кремовый вариант должен быть поливинилацетатным, а желтый может быть модифицированным поливинилацетатом. Эти продукты обычно имеют кислую реакцию с pH от 4 до 2,5. Используя качественный продукт, такой как Titebond™ Original Wood Glue или Titebond™ II Premium, нанесите небольшое количество клея, чтобы полностью покрыть место склеивания, и прикрепите деревянную палочку для перемешивания, чтобы она присохла к клею. Дайте клею для дерева полностью затвердеть/высохнуть в течение 24 часов. Затем осторожно поднимите деревянную палочку, чтобы удалить/отчистить высохший древесный клей и, надеюсь, остатки загрязнений. В случае успеха завершите очистку, выполнив предварительную/окончательную очистку (кислотная промывка не требуется), как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:.

VIII.13.4 Если все попытки не увенчались успехом, то, возможно, остатки загрязнений представляют собой материал на основе целлюлозы, т.е. кусок бумаги. Если бумажная гильза находилась в контакте с пластинкой под давлением (пластинка хранится в плоском виде, а пластинки выше) в течение нескольких месяцев или лет, то бумага и содержащиеся в ней кислоты (бумажные гильзы вряд ли могут быть бескислотными) могут разрушиться и, по сути, протравить/вставить/сварить пластинку. Целлюлоза очень трудно растворяется. Вспомните нерастворимую пищевую клетчатку: она проходит путь от рта со всеми его ферментами (белками) до кишечника с его кислотами и ферментами, через кишечник и не растворяется. Использование опасных сильно едких химикатов для возможного разрушения/растворения такого рода грязи не входит в правила техники безопасности, изложенные в данной книге.

VIII.13.5 Однако, если отпечатки находятся над канавкой или частью канавки, они могут быть несущественными. Некоторые отпечатки пальцев могут въедаться в поверхность пластинки. С помощью ювелирной лупы (или аналогичного прибора) проверьте, не мешает ли отпечаток канавке или имеет ли он контур канавки? Если это всего лишь небольшое пятно, пластинка может играть нормально - оставьте его в покое; любые дальнейшие попытки, скорее всего, принесут больше вреда, чем пользы.

VIII.14 DISCWASHER™ 1976 Патент США 3,951,84 Состав для чистки фонограмм (17) (наличие продукта неизвестно). Продукт Discwasher™ вместе с щеткой был/является широко используемым средством для очистки в одной точке. При этом жидкость наносится на передний край щетки, протирается поверхность пластинки и затем используется задний край щетки для высыхания. Состав патентованного раствора рассматривается в исторических целях; состав продаваемого в настоящее время раствора неизвестен.

VIII.14.1 Формула Discwasher™: Формула раствора в значительной степени направлена на предотвращение образования микроорганизмов (плесени) в канавке пластинки. Примечание: Обычное присутствие микроорганизмов в канавке пластинки не подтверждено. Состав пластинки не является биоразлагаемым.

VIII.14.1.a Азид натрия - в качестве биоцида добавляется до 0,3% масс. азида натрия.

VIII.14.1.b ПАВ - до 0,2% масс. ПАВ, вероятно, аналогично, если не Dow™ Triton™ X100, и добавлено в качестве смачивающего агента.

VIII.14.1.c Пропиленгликоль - до 0,2% масс. Пропиленгликоль был добавлен в качестве эмульгатора.

VIII.14.1.d Спирт - до 5% масс. Спирт, скорее всего IPA, был добавлен для растворения ПАВ в воде.

VIII.14.1.e Дистиллированная вода - оставшийся процент.

VIII.14.2 Оценка Discwasher™:

VIII.14.2.a В патенте сказано следующее: "И что еще более важно, даже после того, как этот процесс достигнут, любой оставшийся чистящий состав в виде остатка, который остается на поверхности фонографической пластинки, действует как смазка, и даже когда он должен высохнуть, он оставляет малозаметный или не поддающийся действию сухой остаток, который может вызвать раздражение на поверхности воспроизведения пластинки во время ее движения и контакта с фонографической иглой."

VIII.14.2.b Одна из проблем, связанных с этим чистящим раствором, заключается в том, что он, по сути, является чистящим средством для протирания. По сути, отсутствует время контакта. Нет времени для растворения/эмульгирования органических загрязнений, поэтому для выполнения работы требуется давление щетки. Однако это может привести к тому, что твердые частицы окажутся глубже в канавке.

VIII.14.2.c Анализ состава показывает, что раствор NVR может содержать до 7000 мг/л за счет азидата натрия (~3000 мг/л) + ПАВ (~2000 мг/л) + пропиленгликоль (2000 мг/л) = 7000 мг/л. Если на поверхности пластинки высохнет 0,5 мл, то останется 3,5 мг НВР. Остаток будет маслянистым и будет собирать пыль и твердые частицы, образующиеся при проигрывании пластинки и находящиеся в окружающей среде. Использование щетки/жидкости при каждом проигрывании пластинки в конечном итоге приведет к образованию осадка, который, по сути, будет являться шламом, и исторический опыт показывает, что именно так и происходит.

VIII.14.2.d В патенте действительно говорится, что "... предпочтительная рецептура, согласно расчетам, содержит всего 0,0004 грамма на куб. см (то же самое, что 0,4 мг/мл) сухих компонентов в жидком растворе...". Это верно только в том случае, если раствор был изготовлен с минимально возможной концентрацией.

VIII.15 DIY ФОРМУЛЫ. Существуют две широко распространенные формулы очистки пластинок "сделай сам" с некоторыми их вариациями. Одна из них основана в основном на IPA и некотором количестве неионогенного ПАВ, а другая - на катионных и неионогенных ПАВ с небольшим количеством IPA.

VIII.15.1 London Jazz Collector™ (LJC) (<https://londonjazzcollector.wordpress.com/for-audiophiles/home-brew-cleaner-for-vacuum-rcms/>)

VIII.15.1.a Ограничения по LJC: Разработчик указывает, что чистящий раствор предназначен для вакуумных машин для очистки пластинок, таких как ГЛАВА XIII. и не рекомендует давать раствору просто испаряться, чтобы не оставлять растворенных загрязнений, например, NVR.

VIII.15.1.b Формула LJC:

- IPA - 99,9% 1:4 с DIW (250 мл/л) = 25% IPA

- ILFORD™ ILFOTOL™ (5% концентрат) 1:200 с DIW (5 мл/1 л) = 0,5% (0,025% NID) = 250 ppm активного неионогенного ПАВ

- Общий объем поставки указан как 2,5 мл LJC Formula на каждую сторону пластинки.

VIII.15.1.c Оценка LJC: Концентрация ILFOTOL™ примерно в 8 раз превышает КМЦ неионогенного ПАВ, поэтому он обладает некоторой моющей способностью и должен иметь поверхностное натяжение около 30 дин/см, поэтому он должен смачивать пластинку. 25%-ный IPA также имеет низкое поверхностное натяжение ~28 дин/см. Высокая концентрация IPA должна снизить температуру кипения жидкости и способствовать ее быстрому испарению. Кроме того, 25%-ная

концентрация IPA помогает неионогенному ПАВ ILFOTOL™ набухать/разворачиваться в почве. В целом, учитывая небольшое количество раствора (2,5 мл), риск попадания чистых ПАВ в результате неполного промывания очень мал; при 2,5 мл раствор будет содержать <1 мг ПАВ. Кроме того, согласно ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ: небольшой объем, используемый при комнатной температуре, не вызывает проблем с совместимостью. Однако раствор легко воспламеняется, его температура вспышки составляет ~27°C (81°F). Однако риск воспламенения снижается из-за очень малого количества используемого раствора - всего 2,5 мл на сторону, но большие объемы могут представлять опасность возгорания.

Использование формулы London Jazz Collector™ в ультразвуковом резервуаре объемом 100 или 1000 мл опасно. При использовании ультразвукового прибора в действие вступают три механизма: нагрев, который ускоряет испарение; вращение пластинки вытягивает испаряющуюся жидкость, а ультразвук перемешивает поверхность жидкости, в результате чего часто образуется туман/пар. Все это может создать необходимые условия для образования легковоспламеняющихся и взрывоопасных паров. При 100%-ном содержании IPA нижний и верхний пределы взрываемости составляют от 2,3 до 13,2%. Но даже при разбавлении водой, при 25%-ном соотношении вода-ИПА, нижний и верхний пределы взрываемости составляют 2,3-7,1%. В обычных бытовых условиях очень маловероятно использование высоких скоростей оборота вентиляции, которые требуются в медицинских и промышленных учреждениях для предотвращения накопления легковоспламеняющихся/взрывоопасных паров. Таким образом, риск в бытовых условиях выше.

VIII.15.2 Аудиокарма™ (<https://audiokarma.org/forums/index.php?threads/record-cleaning-developing-the-best-possible-methods.689430/page-51#post>)

VIII.15.2.a Ограничения Audiokarma™: Разработчик указывает, что чистящий раствор предназначен для промывки с использованием кисти "paint pad" в качестве аппликатора, а затем для промывки DIW. Разработчик указывает, что за этапом промывки следует заключительное ополаскивание DIW и сушка с помощью вакуумного пылесоса. Кроме того, разработчик указывает на успешное использование моющего раствора в ультразвуковых резервуарах при разбавлении 1:1000.

VIII.15.2.b Формула Audiokarma™:

- NEPASTAT™-256 (~20% кватов + 8% NID + 10% Na₂SiO₃/EDTA) @ 1:500 (2 мл/л) = 0,2% (дает 0,04% кватов + 0,016% NID + 0,02% Na₂SiO₃/EDTA) = 400 ppm кватов + 160 ppm NID + 200 ppm Na₂SiO₃/EDTA

- Dow™ Triton™ X100 (100% концентрированный) - (2,0 мл/л) = 0,2% = 2000 ppm

- IPA 99,9% - (50 мл/л) = 5%

VIII.15.2.c Оценка Audiokarma™:

- Разработчик рассматривает использование NEPASTAT™-256 в качестве антистатического средства на основе катионного ПАВ с отрицательным зарядом. Однако до тех пор, пока пластинка полностью смачивается, а концентрация Dow™ Triton™ X100 в 0,2% примерно в 10 раз превышает его КМЦ, пластинка будет "смачиваться", и статическое электричество на ней будет рассеиваться/устраняться. Указанное двойное ополаскивание, скорее всего, оставит очень мало остатков катионных ПАВ (кватцов) для создания долговременного антистатического покрытия.

- Dow™ Triton™ X100 в концентрации 0,2% примерно в 10 раз превышает его КМЦ и является хорошим смачивающим раствором с хорошей моющей способностью. Однако Triton™ X100 в концентрации 0,2% будет трудно растворить без 5%-ного IPA, а высокая концентрация потребует тщательной (агрессивной) промывки DIW для полного удаления. В остальном Dow™ Triton™ X100 -

это неионогенное ПАВ, которое используется уже более 25 лет - см. гл. IX. ОБСУЖДЕНИЕ Окончательных очистителей: для получения более подробной информации.

- IPA в концентрации 5% способствует растворению неионогенного ПАВ Dow™ Triton™ X100 в растворе и набуханию/разворачиванию почвы. Прецедент использования 5%-ного IPA для облегчения смешивания Triton™ X100 в воде рассматривается в патенте США 3,951,84 (17) на Discwasher™ 1976 года. Температура вспышки 5%-ного IPA составляет 50°C/122°F. Для вакуумных РЦМ это очень низкий риск. Однако для ультразвуковых резервуаров, где, по данным некоторых пользователей, температура достигает 45°C/113°F, запас прочности составляет всего 10%. Кроме того, при 5% при использовании в ультразвуковом резервуаре будет наблюдаться некоторая потеря интенсивности кавитации см. ГЛАВУ XIV. ОБСУЖДЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ОЧИСТНЫХ МАШИН: для более подробной информации.

- В целом, NVR чистящего раствора составляет 2 760 ppm, поэтому очень важна последующая промывка, как указано в инструкции. Если не промыть раствор, часть NVR высохнет и превратится в порошок/твердый осадок. Метасиликат натрия (Na₂SiO₃), если он высохнет на пластинке, может образовать очень твердый и прочный осадок, похожий на накипь от водопроводной воды.

VIII.15.3 VinylEngine™

(http://www.vinylengine.com/turntable_forum/viewtopic.php?f=53&t=96199&sid=3b488611de75c83db5f3364e57422bf9#p814914). Отметим, что формула ультразвуковой очистки "Раштон Пол" DIY, приведенная на сайте Ultrasonic Cleaning (positive-feedback.com), очень похожа.

VIII.15.3.a Ограничения VinylEngine™ - Разработчик указывает, что чистящий раствор "полезен" для ультразвуковых резервуаров и вакуумных РЦМ, поскольку он подавляет рост бактерий/грибков. Разработчик также указывает, что концентрация моющего раствора может быть увеличена для ручной очистки, но независимо от этого за очисткой всегда следует два промывания с использованием DIW.

VIII.15.3.b Формула VinylEngine™: Очень похожа на параграф VIII.15.2 "Аудиокарма" и разработана тем же автором. Диапазон концентраций для NEPASTAT 256 и Triton X100 расширен следующим образом:

- NEPASTAT™-256 (~20% Quats + 8% NID + 10% Na₂SiO₃/EDTA) @1:1000 - 1:500 (1-2 мл/1 л) = 0,1 - 0,2% (выход 0,04% - 0,02% кватцов + 0,008% - 0,016% НИД + 0,01% - 0,02% Na₂SiO₃/EDTA) = 200 - 400 ppm кватцов + 80 - 160 ppm НИД + 100 - 200 ppm Na₂SiO₃/EDTA

- Dow™ Triton™ X100 (100% концентрированный) (1-5 мл/л) = 0,1 - 0,5% = 1000 - 5000 ppm

- IPA 99,9% (50 мл/л) = 5%

VIII.15.3.c Оценка VinylEngine™:

- Такая же, как в пункте VIII.15.2 "Аудиокарма" для применимого диапазона.

- Для NEPASTAT™-256, используемого в соотношении 1:1000 в ультразвуковых резервуарах, концентрация катионного ПАВ (кватцов) снижается до 200 ppm. В литературе указывается, что при снижении концентрации кватцов увеличивается время "уничтожения" бактерий и вирусов. Однако для объема воды в ультразвуковом резервуаре 200 ppm должно быть вполне достаточно в качестве биоцидного ингибитора.

- Dow™ Triton™ X100 в концентрации 0,1% примерно в 5 раз превышает его КМЦ и будет хорошим смачивающим раствором с минимальной моющей способностью. Однако Triton™ X100 в концентрации 0,5% превышает КМЦ более чем в 25 раз и будет трудно растворяться без 5%-ного

IPA, возможно образование обильной пены, а высокая концентрация потребует тщательной (агрессивной) промывки для полного удаления, например, двух промывок с DIW.

- Формула в минимальной концентрации имеет NVR 1 380 ppm (мг/л), а в максимальной концентрации - 5 760 ppm (мг/л), поэтому промывка, указанная разработчиком, необходима для того, чтобы не оставалось чрезмерного осадка.

ГЛАВА IX. ОБСУЖДЕНИЕ СРЕДСТВ ОСНОВНОЙ ОЧИСТКИ (Ополаскиватель):

Я рекомендую использовать для ручной (и машинной) очистки в качестве оптимального химического состава простое однокомпонентное неионное поверхностно-активное вещество с нейтральным pH в низкой концентрации. На этапе окончательной очистки следует использовать чистящее средство, обладающее следующими свойствами:

✓ Низкое поверхностное натяжение для эффективного выполнения этапа окончательной очистки по удалению тонких почвенных пленок, не удаленных на этапе предварительной очистки, или отложившихся на этапе предварительной очистки, или оставшихся от предыдущей химии, и удалению мелких частиц; и

✓ совместимость с химическим средством предварительной очистки и любым предыдущим химическим средством (например, антистатическим спреем) для эффективного удаления любых остатков, оставленных средством предварительной очистки или предыдущим химическим средством, без каких-либо негативных реакций; и

✓ Достаточно низкая концентрация, чтобы легко и эффективно смываться, и

✓ неионные, чтобы остатки, которые могут остаться, не вступали в реакцию с другими загрязнениями; и

✓ безопасным - не воспламеняться и не быть токсичным при использовании, а также быть материально совместимым (при ограниченном воздействии) с виниловой пластинкой (см. ГЛАВА X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ: для дальнейшего обсуждения совместимости материалов). ✓ Стабильное хранение - концентрат безопасен для длительного хранения в герметичной упаковке в прохладном (60°F/16°C - 80°F/27°C комнатной температуры), сухом, темном месте. Обратите внимание, что большинство производителей обычно указывают, что срок годности химикатов составляет около двух (2) лет. Слишком много переменных, чтобы они могли указать более длительный срок. Однако при правильном хранении они могут прослужить гораздо дольше.

IX.1 Неионогенное ПАВ **Dow™ Tergitol™ 15-S-9** соответствует всем желаемым критериям конечного очистителя и доступно по разумной цене в компании Talas™ (<https://www.talasonline.com>). Лабораторный сорт с сертификатом анализа (COA) также доступен по гораздо более высокой цене. Будучи неионогенным ПАВ, он совместим с остатками, оставшимися после предварительной обработки анионными или катионными ПАВ. В разбавленном виде продукт имеет нейтральный pH, безопасен, а его очень высокое соотношение эффективности и концентрации позволяет получить очень низкую концентрацию, что сводит к минимуму проблемы совместимости материалов с виниловой пластинкой и риск возникновения NVR из-за неполного ополаскивания. Продукт Dow™ Tergitol™ 15-S-9 поставляется в концентрированном виде с содержанием активных компонентов около 100%. В табл. X приведены характеристики двух неионогенных ПАВ Dow™ Tergitol™, показывающие практически эквивалентность Dow™ Tergitol™ 15-S-9 по сравнению с Dow™ Tergitol™ 15-S-7, а также их сравнение с часто используемым для очистки пластинок неионогенным ПАВ Dow™ Triton™ X-100. Данные таблицы X (если не указано иное) были получены из литературы компании Dow™, доступной в Интернете.

Table X
Nonionic Surfactant Performance Properties

Property	Tergitol™ 15-S-7	Tergitol™ 15-S-9	Triton™ X-100
Chemistry (see Note 1)	Secondary Alcohol Ethoxylates	Secondary Alcohol Ethoxylates	Octylphenol Ethoxylates
CAS Number	84133-50-6	84133-50-6	9002-93-1
Cloud Point (°C/°F) – see Note 2	37 (99)	60 (140)	66 (151)
Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB) – (see Note 3)	12.1	13.3	13.5
Critical Micelle Concentration (CMC) ppm at 25°C/Surface Tension dynes/cm (see Note 4)	38/28	52/30	189/33
Surfactant Micelle Size nm/microns (see Note 5)	15/0.015	9/0.009	4.4/0.0044
Specific Density at 25°C	0.910	1.006	1.065
Viscosity at 25°C cPs	51	60	240
Environmental Hazard (diluted)	No	No	Yes

- В паспортах безопасности DOW™ в качестве ингредиента указывается небольшое количество (<3 мас. %) "поли (этиленоксида)" с CAS-номером 25322-68-3. Этот CAS-номер означает полиэтиленгликоль, совместимый с ПВХ, и в SDS некоторых поставщиков химикатов, таких как Sigma-Aldrich™, этот ингредиент будет указан как полиэтиленгликоль. Кроме того, все этоксилированные неионные ПАВ имеют молекулы оксида этилена в составе химической структуры, часто называемые уровнями или молями этоксилирования. Для семейства Dow™ Tergitol™ 15-S последняя цифра - это уровень/моль этоксилирования, поэтому в Dow™ Tergitol™ 15-S-7 содержится 7 молей, а в Dow™ Tergitol™ 15-S-9 - 9 молей. Однако этиленоксид сам по себе является газом, не совместимым с ПВХ, и на некоторых интернет-форумах ошибочно утверждается, что Dow™ Tergitol™ не совместим с ПВХ. Дополнительное обсуждение совместимости материалов см. в ГЛАВЕ X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ.
- Температура помутнения - это температура, при которой в смеси начинается фазовое разделение, появляются две фазы, и она становится мутной. Точка помутнения является оптимальной температурой для моющей способности, но выше точки помутнения ПАВ выходит из раствора и моющая способность падает. Обычно точка помутнения указывается при концентрации 1%, а при более низких концентрациях она возрастает до 75% (Влияние параметров ПАВ на эффективность очистки (40)).
- Гидрофильно-липофильный баланс ПАВ определяет степень его гидрофильности (водолюбивости) или липофильности (маслолюбивости) и позволяет прогнозировать его свойства.
 - < 10: Липидорастворимый (нерастворимый в воде)
 - 10: Водорастворимый (липид/масло нерастворимый)
 - 1-3: Пеногаситель
 - 3-6: Эмульгатор воды в масле
 - 7-9: Смачивающий и распределяющий агент
 - 13-16: Моющее средство
 - 8-16: Эмульгатор масла в воде
- Критическая концентрация мицелл (ККМ) - это концентрация, при которой поверхностно-активное вещество достигает наименьшего поверхностного натяжения и при которой образуются мицеллы, превышающие ККМ. Добавление дополнительного ПАВ не приведет к дальнейшему снижению поверхностного натяжения. Однако для обеспечения моющей

способности концентрация должна быть как минимум в 5-10 раз выше КМЦ, чтобы образовалось достаточное количество мицелл. Однако чрезмерная концентрация только затруднит приготовление раствора и его промывку. Для сравнения, поверхностное натяжение воды составляет ~72 дин/см.

5. Источник: Влияние поверхностно-активных ионных жидкостей на точки помутнения неионных ПАВ и образование водных мицеллярных двухфазных систем 2017 (25), а также температурная зависимость размера и гидратации мицелл Triton X-100 1994 (41)

IX.2 Согласно таблице X, Dow™ Tergitol™ 15-S-9 очень похож на **Dow™ Tergitol™ 15-S-7**, используемый Библиотекой Конгресса США для очистки шеллачных пластинок. Основное различие в температуре помутнения не имеет существенного значения для рассматриваемого здесь процесса ручной очистки. Однако низкая температура помутнения Dow™ Tergitol™ 15-S-7 может сделать его непригодным для использования в ультразвуковых очистителях из-за повышенных температур. Более высокое значение HLB для Dow™ Tergitol™ 15-S-9 предполагает лучшие моющие свойства по сравнению с Dow™ Tergitol™ 15-S-7. Небольшая разница в показателях КМЦ/поверхностное натяжение между Dow™ Tergitol™ 15-S-9 и Dow™ Tergitol™ 15-S-7 не существенна для эффективности и количества ПАВ, используемого для приготовления раствора для очистки НИД.

IX.3 Для Dow™ Tergitol™ 15-S-9 с КММ 52 ppm (что равно 0,0052 мас. %) при 10-кратном превышении КММ минимальная оптимальная концентрация составит 0,052 мас. % (520 ppm) - то же самое, что 520 мг/л для водного раствора. Поскольку удельная плотность Dow™ Tergitol™ 15-S-9 равна 1,06 (и очень близка к плотности воды - 1,0), для приготовления раствора используется приближение, что 1 ppm = 1 мг/л = 0,001 мл/л. Dow™ Tergitol™ 15-S-9 в 0,1% (1000 ppm) растворе, указанном в настоящем документе, в ~20 раз превышает КМЦ; при использовании в 0,25% (2000 ppm) - в ~50 раз КМЦ.

IX.4 Согласно таблице X и литературным данным компании Dow™, Tergitol™ 15-S-9 является более безопасной и эффективной заменой **Dow™ Triton™ X-100**.

IX.4.1 Температура помутнения и HLB очень похожи, но у Dow™ Tergitol™ 15-S-9 на 10% ниже поверхностное натяжение, и это достигается при КМЦ 52 ppm против 189 ppm у Dow™ Triton™ X-100. Это означает, что для достижения тех же показателей, что и у Dow™ Triton™ X-100, можно использовать на две трети меньше Dow™ Tergitol™ 15-S-9. Таким образом, если Dow™ Triton™ X-100 часто используется в 0,5% (~5000 ppm) растворе, то Dow™ Tergitol™ можно использовать в 0,1% (~1000 ppm) - 0,05% (~500 ppm).

IX.4.2 Кроме того, по имеющимся данным, Dow™ Tergitol™ 15-S-9 имеет более высокую скорость растворения (время растворения), что в сочетании с пониженной концентрацией облегчает и ускоряет приготовление раствора для очистки НИД. Некоторые пользователи Dow™ Triton™ X-100 сообщают, что они смешивают Dow™ Triton™ X-100 с IPA для улучшения растворения, что, учитывая, что пользователи иногда используют 1,0% (около 10 000 ppm) раствор, не должно быть неожиданным.

IX.4.3 Однако Dow™ Triton™ X-100 относится к категории этоксилатов нонилфенола (NPE), а химические соединения NPE обладают водной токсичностью и постепенно выводятся из обращения (см. EPA, Nonylphenol (NP) and Nonylphenol Ethoxylates (NPEs), 8/18/2010, Action Plan, RIN 2070-ZA09 (20)). Dow™ Triton™ X-100 был запрещен для коммерческого использования/продажи в ЕС/Великобритании 4 января 2021 г., если не было получено разрешение на исключение. Медицинское использование разрешено до 22 декабря 2023 года.

IX.5 Полисорбат 20 (Tween™ 20): это высокоэффективное, пенообразующее неионогенное ПАВ с нейтральной pH. Он широко используется в качестве эмульгатора и смачивающего агента в

различных областях применения, включая косметику и пищевые добавки, и является легкодоступным и дешевым. ПАВ представляет собой этоксилированный эфир сорбитана (полиоксиэтиленсорбитан монолаурат) с 20 молями этоксилирования и характеристиками, указанными в табл. XI. ПАВ очень безопасно для использования, оно было оценено в качестве пищевой добавки комиссией EFSA по пищевым добавкам и источникам питательных веществ, добавляемых в пищу (ANS), Европейским управлением по безопасности пищевых продуктов (EFSA)(21) и другими. Это ПАВ очень густое/вязкое, что может быть затруднительно, и, хотя его HLB выше, чем у Tergitol™, поверхностное натяжение значительно выше, что делает Tergitol™ 15-S-9 предпочтительным конечным очистителем. Однако для тех, кто не может легко приобрести Tergitol™ 15-S-9, можно использовать полисорбат 20, который следует применять в тех же концентрациях.

Table XI
Polysorbate 20 Nonionic Surfactant Properties

Property	Polysorbate 20 (Tween™ 20)
Chemistry	Ethoxylated sorbitan ester
CAS Number	9005-64-6
Cloud Point (°C/°F) at 1%	76°C/169°F
Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB)	16.7
Critical Micelle Concentration (CMC) ppm at 25°C/Surface Tension dynes/cm	60/~41
Specific Density at 25°C	1.1
Appearance	Clear to Yellow Viscous
Viscosity (product is viscous) Note: viscosity of water is 1 cps, and Tergitol 15-S-9 is 60 cps	~300 cps
Foam	High Stable Foam
Environmental Hazard (diluted)	No

IX.6 ILFORD-ILFOTOL™: Ссылаясь на обсуждение в ГЛАВЕ VIII. Обсуждение предварительных очистителей:, ILFORD-ILFOTOL™ может быть заменен в качестве окончательного очистителя в зависимости от рецептуры следующим образом, при этом предполагается, что образующие компоненты находятся на максимальном уровне, указанном в списке. Для определения версии проверьте, есть ли на бутылке дата изготовления, или указан срок годности. ILFORD указывает, что ILFOTOL годен в течение 3 лет без вскрытия, но вскрыт в течение 1 года.

IX.6.1 2015 SDS с 5% неионогенным ПАВ: смешайте 10-20 мл с одним литром, чтобы получить примерно 0,05-0,1% раствор неионогенного моющего средства, который при КМЦ = около 50 ppm почти равен 0,05-0,1% Dow™ Tergitol™ 15-S-9 с КМЦ = 52 ppm.

IX.6.2 SDS 2017 года с 2,5% неионогенного ПАВ: смешать 20-30 мл с одним литром для получения примерно 0,05-0,075% раствора неионогенного моющего средства, который при КМЦ = 38 ppm практически равен 0,05-0,1% Dow™ Tergitol™ 15-S-9 с КМЦ = 52 ppm. Обратите внимание, что в версии SDS 2017 года используется неионогенное ПАВ, не содержащее NPE, с HLB 13 и температурой помутнения 75,5°C/168°F.

IX.7 BASF™ DEHYPON® LS 54. Это высокоэффективное неионогенное ПАВ с низким пенообразованием и нейтральным pH, производимое компанией BASF™, которое жители Великобритании могут приобрести у компании Dehypon - Conservation Resources (UK) Ltd (conservation-resources.co.uk). Это ПАВ представляет собой жирный спирт C12 - C14 с примерно 5 молями этиленоксида и 5 молями пропиленоксида (CAS # 68439-51-0). Данный продукт используется для очистки текстиля специалистами по консервации, о чем подробно говорится в статье "Detergency evaluation of non-ionic surfactant BASF™ DEHYPON® LS54 for textile conservation wet cleaning, Moe Sato & Anita Quye, Journal of the Institute of Conservation, 29 Jan 2019" (53). Продукт успешно используется в ультразвуковых чистящих машинах, таких как Degritter™, где требуется чистящее средство с низким пенообразованием (см. ГЛАВА XIV. ОБСУЖДЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ЧИСТЯЩИХ МАШИН:). Подробная информация о продукте приведена в табл. XII. Учитывая очень низкую КМЦ, для ручной очистки рекомендуется использовать 0,01-0,02%. Для ультразвуковых емкостей с насосами, которые могут вызвать образование пены, эффективными оказались 0,0025-0,005% - см. ГЛАВА XIV. ОБСУЖДЕНИЕ МАШИН ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ:.

Table XII

BASF™ DEHYPON® LS 54 Nonionic Surfactant Properties

Property	BASF™ DEHYPON® LS 54
Chemistry	Alcohol, ethoxylated propoxylated
CAS Number	68439-51-06
Cloud Point (°C/°F) at 1% Per ref (6) cloud point at <0.05% ~40°C/104°F.	30°C/86°F
Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB)	Not reported
Critical Micelle Concentration (CMC) ppm at 25°C/Surface Tension dynes/cm	10/29
Specific Density at 25°C	0.97
Appearance	Clear to Yellow Liquid
Viscosity Note: viscosity of water is 1 cps.	70 cps
Foam	Low Foam
Environmental Hazard (diluted)	No

IX.8 TERGIKLEEN™: Часто используемый коммерческий продукт с SDS.

IX.8.1 Смесь двух неионогенных ПАВ - Dow™ Tergitol™ 15-S-3 (не растворяется в воде) и Tergitol™ 15-S-9 (растворяется в воде). Tergitol™ 15-S-3 является углеводородным эмульгатором и в воде может выступать в качестве пеногасителя. Не будучи растворимым, Tergitol™ 15-S-3 не имеет ККМ и не выступает в качестве смачивающего агента. Tergikleen™, который не пенится, нашел некоторое признание в Великобритании для использования в ультразвуковых резервуарах. Рекомендуемое количество 15-20 капель на галлон составляет около 1 мл, а если 1 американский галлон = 3786 мл, то конечная общая концентрация может составить $1 \text{ мл} / 3786 \text{ мл} = 0,00026 = 0,026\% =$ около 260 ppm.

IX.8.2 При смешивании 50:50 при концентрации 130 ppm критическая концентрация мицелл Dow™ Tergitol™ 15-S-9 должна быть достигнута при снижении поверхностного натяжения воды

примерно до 30 дин/см, однако при этом обеспечивается очень небольшой запас мицелл моющего средства. Часть Tergitol™ 15-S-9 будет использована для поддержания Tergitol™ 15-S-3 в растворе. Если добавить слишком много Tergikleen™ (количество неизвестно), то Tergitol™ 15-S-3, который существует в виде эмульсии, скорее всего, выйдет из раствора.

IX.8.3 При однократном применении Tergikleen™ без промывки водой в концентрации 15-20 капель на галлон не должно оставаться значительного остатка. При эквиваленте около 260 ppm = 260 мг/л и высыхании 1-2 мл раствора на поверхности может остаться от 0,26 до 0,52 мг; то, что останется, будет, по сути, маслом. Однако в остатке также будут содержаться разбавленные загрязняющие вещества из записи, поэтому конечный остаток, скорее всего, будет выше. Опытные слушатели сообщают, что остатки слышны и ощущаются как "вуаль" над высокочастотным музыкальным содержанием. Дальнейшее обсуждение см. в ГЛАВЕ XI. ДИСКУССИЯ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ: и параграф XIV.7.

IX.8.4 Tergikleen™ - это тот же состав для чистки звукозаписей, который указан в книге "Уход и обращение с материалами звукозаписи" (The Care and Handling of Recorded Sound Materials, By Gilles St-Laurent Music Division National Library of Canada January 1996(28)). "Канадский институт консервации (CCI) рекомендует использовать для очистки звукозаписей неионные поверхностно-активные вещества, содержащие конденсат окиси эфилина. CCI не предвидит долгосрочных проблем, связанных с использованием неионных поверхностно-активных веществ, таких как Tergitol. Тергитол 15-S-3 - маслорастворимое ПАВ, а 15-S-9 - водорастворимое ПАВ. В сочетании они удаляют широкий спектр загрязнений и смазок и могут безопасно использоваться для звукозаписи. Используйте 0,25 части Tergitol 15-S-3 и 0,25 части Tergitol 15-S-9 на 100 частей дистиллированной воды. Затем запись необходимо тщательно промыть дистиллированной водой, чтобы удалить все следы моющего средства". Однако концентрация при применении CCI очень высока; 0,25 части Tergitol 15-S-3 и 0,25 части Tergitol 15-S-9 на 100 частей дистиллированной воды - это то же самое, что 0,25 мл/100 мл = 0,25% = 2500 ppm каждого. Содержание Tergitol™ 15-S-9 в 2500 ppm в 50 раз превышает СМС. Неизвестно, использует ли до сих пор Библиотека Канады эту формулу. Однако если она используется, то в процессе ручной очистки, подобном тому, который применяется в Библиотеке Конгресса США (42), где для окончательного ополаскивания используется большое количество DIW.

ГЛАВА X. ОБСУЖДЕНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ

Первоочередная задача очистки - не навредить. Для решения этой задачи применительно к виниловой пластинке необходимо кратко обсудить состав виниловой пластинки, а затем провести тестирование на совместимость с химическими веществами.

X.1 Состав пластинки: Журнал RCA Engineer Vol. 3, No.2. Oct.-Nov. 1957 (64) содержит восемь (8) статей, посвященных пластинкам, включая историю создания состава, процесс нанесения покрытия и формовки. В Интернете существует ряд сайтов и форумов, посвященных обсуждению состава виниловых пластинок, например

- <https://audiokarma.org/forums/index.php?threads/record-cleaning-a-comprehensive-resource.884598/#post-13072519>

- https://www.vinylengine.com/turntable_forum/viewtopic.php?t=99579

Все это согласуется с тем, что рассматривается (отметим, что реальные составы очень защищены) в журнале RCA Engineer Magazine, 1976, Issue 02-03, Development of Compound for Quadradiscs, by G.A. Bogantz S.K. Khanna (71). Состав для квадридисков был разработан для обеспечения низкого износа при записи широкополосной пластинки с использованием профиля щупа Shibata™, о чем говорится в ГЛАВЕ I. ЗАДАЧИ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ РЕКОРДОВ:. Ниже приводится краткое описание патента RCA 3,960,790 от 1 июня 1976 г. "Дисковая пластинка и метод составления композиции для дисковой пластинки" (65). Интересен тот факт, что композиция RCA "...обеспечивает гладкую поверхность, а не пористую гранулированную, как это было ранее". Также следует отметить, что компания RCA заявила: "Это несколько более мягкий состав, чем мы ожидали, но с хорошо выраженными и контролируемыми эластомерными свойствами".

X.1.1 Смола: 60-70% суспензия или раствор сополимера винилхлорид-винилацетатная смола, содержащая 12-16% по массе поливинилацетата + 26,2-36,2% гомополимера винилхлорида суспензионного или растворного типа. В сумме эти два компонента смолы должны составлять 96,2%. Примечание: "Ацетат делает смолу более мягкой и, следовательно, действует как внутренний пластификатор". (источник: Журнал RCA Engineer Magazine, 1976, выпуск 10-11, Polymer Science - New Materials for Phonograph Discs, автор S.K. Khanna (70)).

X.1.2 Термостабилизатор: 1,6% бессернистой оловоорганической соли, содержащей около 16% олова. Все поливинилхлоридные композиции при нагревании до температуры стеклования (температуры, при которой материал становится мягким) выделяют хлористый водород. Этот газ запускает дальнейший процесс автокаталитической деструкции, что приводит к быстрому обесцвечиванию и хрупкости ПВХ. Термостабилизаторы повышают термостабильность за счет различных механизмов, например, за счет улавливания молекул выделяющегося хлористого водорода. Тип используемого термостабилизатора зависит от области применения и требуемой термостабильности. Одними из первых стабилизаторов, использовавшихся в производстве ПВХ, были соединения свинца, но из-за проблем со здоровьем производители отказались от использования свинцовых соединений, перейдя на соединения на основе олова.

X.1.3 Антистатический агент ~1,2%. Компания RCA успешно разработала процесс антистатической обработки пластинок, основанный на использовании соли четвертичного аммония (в частности, нитрата стеарамидопропилдиметил-2-гидроксиэтиламмония), которая покрывала порошок смолы, чтобы он равномерно распределялся по всей пластинке. Подробности описаны в журнале RCA Engineer Magazine, 1976 Issue 10-11, Anti-static Phonograph Records by G. P. Humfeld (30). В ходе испытаний RCA определила, что сажа может сделать пластинку "проводящей", чтобы придать ей антистатические свойства. Но требуемое тогда количество (около 13%) имело слишком много вредных эффектов, чтобы быть практичным.

X.1.3.a В настоящее время существует множество типов антистатических добавок, которые классифицируются либо на наружные, как уже говорилось в ГЛАВЕ VIII. ВРЕМЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕКЛИНЕРОВ, либо внутренние добавки, которые действуют более длительное время. Внутренние антистатические добавки в виде четвертичных аммониевых солей мигрируют к поверхности пластинки, где образуют микрослой воды, делая виниловую пластинку "диссипативной" (вспомним определение, данное в ГЛАВЕ VI. СОХРАНЕНИЕ ЧИСТОТЫ). Эта функция чувствительна к влажности окружающей среды и может быть удалена с помощью многих видов чистки, в результате чего резервуар антистатической добавки истощается. Все ли пластинки имеют диссипативные внутренние антистатические добавки - неизвестно. Известно лишь, что некоторые пластинки играют тише, чем другие, и это может быть функцией фактора шероховатости поверхности пластинки, о котором речь пойдет далее в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ:.

X.1.3.b В настоящее время существуют различные токопроводящие пигменты на основе сажи, позволяющие достичь "рассеивания" менее 5%, а также новые добавки графена, которые в будущем, возможно, смогут снизить "проводимость" пластинки для достижения постоянного антистатика без вредных последствий (источник: Anti-static PVC-graphene Composite through Plasticizer-mediated Exfoliation of Graphite, Wei, Z. B.; Zhao, Y.; Wang, C.; Kuga, S.; Huang, Y.; Wu M. Chinese Journal Polymer Science, June 2018 (81)).

X.1.4 Пластификатор: 1% эпоксида соевого масла (ЭСО) обеспечивает снижение вязкости расплава смеси, что уменьшает внутреннее трение смеси при ее вдавлении в пластинку и тем самым улучшает формуемость за счет заполнения канавки при меньшем усилии сжатия. При содержании более 1% происходит перенасыщение смолы, в результате чего на поверхности пластинки образуются маслянистые пятна, которые приводят к появлению шума при воспроизведении. Некоторые из многочисленных обсуждений на форумах, посвященных удалению плесени, на самом деле могут быть связаны с избытком пластификатора/модификатора. Для справки, ESO имеет желтоватый цвет. Поэтому в чистых записях, если в них используется пластификатор, может использоваться что-то отличное от ESO.

X.1.5 Смазка: 0,4% этерифицированного монтанового воска. Воск также действует как разделитель формы. При извлечении пластинки из пресса без смазывающего действия эфира монтанового воска, входящего в состав компаунда, канавки пластинки иногда трескаются, разрываются и деформируются в результате извлечения. Эти дефекты канавок приводят к появлению шума при воспроизведении. Эфир монтанового воска в указанном процентном соотношении совместим со смолами и гомогенизируется в поверхность пластинки при нормальной температуре прессования. При использовании большего, чем указано, количества эфира монтанового воска его избыток не впитывается в поверхность пластинки. Его присутствие приводит к неравномерности поверхности пластинки, в частности, к трению между щупом и канавкой. Эта неравномерность приводит к появлению шума при воспроизведении пластинки. Некоторые из многочисленных обсуждений на форумах, посвященных удалению литьевой смазки, на самом деле могут быть связаны с ее избытком.

X.1.6 Пигмент: Сажа 0,2% в качестве красящего пигмента для получения черного цвета. Для справки: естественный цвет ПВХ и ПВХа - прозрачный. Для получения полупрозрачных или цветных пластинок сажа опускается, а процентное содержание красителя/пигмента корректируется в соответствии с требованиями заказчика. Сажа известна как неорганический пигмент, также могут использоваться органические пигменты.

X.1.7 Флуоресценция: Просмотр пластинок под ультрафиолетовым светом может показать различия в составе и, возможно, качестве прессования, при этом материалы флуоресцируют разными цветами; см. раздел - A summary of ultra-violet fluorescent materials relevant to

Conservation - Australian Institute for the Conservation of Cultural Material (aiccm.org.au). Различные пигменты по-разному проявляются в ультрафиолетовом свете, как показано на рис. 41. В зависимости от используемого черного пигмента пластинки под ультрафиолетовым светом могут слегка флуоресцировать голубоватым или коричневатым цветом или выглядеть просто черными в местах поглощения ультрафиолетового света. Три пластинки на рис. 41 слева направо относятся к 2000 году, к 1980-м и к концу 1950-х годов. В последних записях, по-видимому, используются черные пигменты, поглощающие УФ-излучение. Карнаубский и парафиновый воски, используемые в качестве "смазки", а также ESO-модификатор при избытке могут флуоресцировать под действием длинноволнового (365 нм) УФ-излучения, и это может быть источником некоторых флуоресценций, отмеченных на пластинках, проиллюстрированных в ГЛАВЕ IV. ПРОВЕРКА ЗАПИСЕЙ:



Figure 41 – Records Inspected UV Light – Pigment Variations

Х.2 Испытания на совместимость материалов. В Интернете можно найти множество таблиц совместимости ПВХ материалов. Однако большинство из них предназначены для жесткого ПВХ, связанного с трубами, фитингами и компонентами из ПВХ, и часто не содержат четких временных ограничений на воздействие, а также могут быть ограниченно применимы к тонкой относительно гибкой виниловой пластинке. Кроме того, некоторые таблицы совместимости материалов из ПВХ противоречат друг другу, особенно в отношении спиртов. Однако для ПВХ существует нежесткий ПВХ, который согласно ASTM-D2287 может содержать 10% сополимера/пластификатора, и пластифицированный ПВХ (например, виниловые шторы и виниловые трубы), который может содержать 35% и более пластификатора. Ниже приводится резюме количественных испытаний на совместимость материалов, полученных из Интернета, с чистящими средствами, проведенных для нежесткого и пластифицированного ПВХ.

Х.2.1 В отчете NAVSEA о продуктах и процессах очистки водным кислородом, 1994 (59), жесткий ПВХ по ASTM-D1784 и нежесткий ПВХ по ASTM-D2287 (содержащий 10% сополимера или пластификатора) испытывались на совместимость с различными чистящими средствами в течение 24 часов. В целом, горячая деминерализованная вода, горячие растворы неорганических щелочей

(рН 12,5, максимум) и теплые водные очистители с нейтральным рН (в том числе содержащий 2-бутоксиэтанол - растворитель гликолевого эфира в воде) не извлекли никакого материала, и произошло лишь небольшое увеличение массы (<2%). Однако для нежесткого ПВХ один горячий раствор щелочного моющего средства, разбавленный до 10%, показал снижение массы (1,27%) после 24-часового воздействия. В качестве горячего щелочного моющего средства использовалось концентрированное промышленное щелочное моющее средство (Brulin™ 815GD), содержащее от 5% до 10% неионогенного ПАВ нонилфенол этоксилят (CAS 9016-45-9, аналогичного Dow™ Tergitol™ NP) и от 1% до 5% анионного ПАВ. Кроме того, один практически нейтральный моющий раствор, содержащий 2-бутоксиэтанол, показал чрезмерное увеличение массы (>2%). В качестве предостережения следует отметить, что 2-бутоксиэтанол представляет опасность для дыхательных путей с допустимым пределом воздействия 25 ppm, и хотя он использовался во многих чистящих средствах в прошлом, в настоящее время он уже не является распространенным ингредиентом.

Х.2.2 Исследование "Модельный подход к поиску решений для очистки пластифицированных поли(винилхлоридом) поверхностей коллекционных предметов", проведенное Morales miñoz, Clara & Egsgaard, Helge & Sanz-Landaluze, Jon & Dietz, Christian, 2014 (54), было посвящено консервации художественных изделий из ПВХ-пластика. В ходе исследования тонкий (2 мм) ПВХ с 35% пластификатора подвергался воздействию шести (6) различных растворов длительностью до 150 секунд при температуре окружающей среды; вода, растворители (гептан, этанол и 1-пропанол), два жидких очистителя (5% BASF™ DEHYPON® LS45 - этоксилированное пропоксилированное неионное ПАВ (CAS 68439-51-0) с КМЦ 569 ppm и 5% Hostapon™-Т - анионное ПАВ, состоящее из метилтаурида жирной кислоты с натриевой солью) и 1 моль (М) щелочного раствора гидроксида калия (KOH). Все растворители в концентрации 100% показали экстракцию пластификатора, в то время как 50%-ный этанол-вода показали лишь минимальную экстракцию после 100-секундной экспозиции. 5%-ный водный раствор Hostapon Т и 1М KOH не показали экстракции и, как и результаты NAVSEA, продемонстрировали лишь небольшое увеличение массы. Однако 5%-ный водный раствор BASF™ DEHYPON® LS45 показал экстракцию пластификатора уже через 50 секунд воздействия, причем было отмечено, что 5%-ную концентрацию очень трудно смыть. В статье указывается, что содержание экстрагированного пластификатора в образце неизвестно, но предварительный анализ показал наличие 96% диизононилфталата (DINP) и 4% ди-2-этилгексил-адипата (DEHA).

Х.2.3 В образце Hallstar™ Plasticizers for PVC (16) проводилось тестирование 40% пластифицированного ПВХ с неопределенным 1%-ным мыльным раствором. Однако результаты испытаний Hallstar™ в 1%-ном мыльном растворе в течение 7 дней при 90°C (194°F) показали снижение массы всех пластификаторов. Эти результаты согласуются с результатами исследования "Сравнение пластификаторов для использования в гибких виниловых медицинских изделиях", апрель 2001 г., автор Ричард К. Адамс (38), в котором проводились испытания очень тонкого (толщиной 0,5-1,0 мм) 40% пластифицированного ПВХ с использованием неопределенного 1% мыльного раствора с выдержкой 24 часа и 72 часа при температурах 50°C, 60°C и 90°C (122°F, 140°F и 194°F). Объяснение потери массы при использовании 1%-ного мыльного раствора заключалось в том, что мицеллы ПАВ могут удалять пластификатор, находящийся на поверхности материала. Однако в этих исследованиях не указаны компоненты 1%-ного мыльного раствора, который, если речь идет об обычном бытовом моющем средстве, может содержать множество ингредиентов, включая спирт, анионные ПАВ, неионогенные ПАВ, глицерин, красители, отдушки и т.д..

Х.2.4 В работе "Исследование кинетики миграции пластификаторов на биологической основе в гибком ПВХ" (Ching-Feng Mao and De-Bin Chan, 2012 International Conference on Life Science and Engineering IPCBEE vol.45 (2012)) исследовалась миграция пяти различных пластификаторов (в концентрации около 30%) из очень тонкого гибкого ПВХ толщиной 1 мм при контакте с листами

полистирола при 190°C в течение 10 мин. В качестве пластификаторов использовались ацетилтрибутилцитрат (АТВС), ди (2-этилгексил) фталат (ДЕНР), ди (2-этилгексил) адипат (ДЕНА) и эпоксицированное соевое масло (ЕСО). Потеря массы ПВХ/ЕСО не наблюдалась, в то время как потеря массы ПВХ/ДЕНР составила около 2%, ПВХ/АТВС - около 7%, а ПВХ/ДЕНА - около 12%. Обращает на себя внимание стабильность пластификатора ЕСО, который используется в рекордных композициях RCA™.

Х.3 Анализ данных: Важно понимать, что композиция пластинки из ПВХа, ПВХ и пигмента образует полимер, а добавленный пластификатор выступает в роли растворителя. Воздействие чистящего средства на каждый из них должно приводить к различным, но предсказуемым результатам. Если результаты противоречат прогнозам, есть основания поставить под сомнение данные испытаний.

Х.3.1 Пластификаторы могут мигрировать из полимеров по трем общим механизмам: 1) испарение в окружающую среду - то же самое, что и газы выделение; 2) экстрагирование за счет растворимости в жидкостях, находящихся в контакте; 3) перенос с одной поверхности на другую. Так, выделение пластификатора отмечается потерей массы.

Х.3.2 Растворение полимеров в растворителе имеет хорошо документированный путь. В статье A review of polymer dissolution, Beth A. Miller-Chou, Jack L. Koenig, Prog. Polym. Sci. 28 (2003) 1223-1270 говорится следующее: "Сначала растворитель начинает свою агрессию, выталкивая набухшее полимерное вещество в растворитель, а с течением времени более разбухший верхний слой выталкивается в направлении потока растворителя. Дальнейшее проникновение растворителя в твердый полимер приводит к увеличению набухшего поверхностного слоя, пока в конце времени набухания не наступает квазистационарное состояние, когда перенос макромолекул с поверхности в раствор препятствует дальнейшему увеличению слоя". Таким образом, для полимера набухание и, возможно, увеличение массы являются первыми признаками атаки.

Х.3.3 Некоторые полимеры, такие как нейлон, гигроскопичны и увеличивают массу при контакте с водой, но со временем отдают поглощенную влагу и восстанавливаются. ПВХ обладает лишь незначительной гигроскопичностью (1-2%), поэтому незначительное увеличение массы после контакта с водой или водным раствором ПАВ может быть связано с небольшим набуханием. Увеличение массы, связанное с применением водных ПАВ, отмеченное в ходе испытаний NAVSEA, может быть связано с поглощением воды и остатками ПАВ. Известно, что растворы ПАВ высокой концентрации, во много раз превышающие ККМ, трудно смываются, поэтому увеличение веса может быть следствием этого. Кроме того, водолюбивая головка ПАВ гигроскопична и, если ее оставить, будет стремиться впитать влагу. Неионогенные ПАВ известны как слабые антистатики. В некоторых случаях, например, при использовании антистатических катионных ПАВ, предполагается образование пленки ПАВ, которая поглощает влагу из воздуха, так как именно так проявляется действие антистатика.

Х.3.4 Результаты испытаний на потерю массы и экстракцию пластификатора растворителями, Brulin™ 815GD и 5% BASF™ DEHYPON® LS45 - неионогенным ПАВ - можно объяснить. Обычными пластификаторами, используемыми в жестком ПВХ, являются фталаты, а пластификатор DINP состоит в основном из С9 - разветвленных изомеров спиртов. Поэтому способность спиртов и 5% неионогенного моющего средства BASF™ DEHYPON® LS45, содержащего этоксилированный спирт С12-С14, экстрагировать этот пластификатор не должна быть неожиданной. Следует отметить, что пластификатор DINP входит в семейство фталатных пластификаторов, которые, наряду с бисфенолом А (BPA), привлекают широкое внимание из-за своей токсичности в пластиковых бутылках и способности к экстрагированию. В целом, очень маловероятно, что в состав рекордных композиций входят какие-либо фталатные пластификаторы.

Х.3.5 Способность 1%-ных мыльных растворов извлекать пластификатор из гибкого ПВХ, содержащего до 40% пластификатора, не должна быть неожиданной. Испытания проводились при высоких температурах и длительности с использованием неопределенного состава очистителя, который мог содержать любое количество ингредиентов, включая этанол, IPA и, вероятно, неионогенное ПАВ на основе спирта. Следует отметить, что компания Hallstar™ не производит пластификатор ESO, поэтому испытания 1%-ного мыльного раствора не включают пластификатор ESO, используемый в патенте RCA™.

Х.3.6 Однако ни одно из количественных испытаний нежесткого/гибкого ПВХ не имеет реальной корреляции с составом пластинок ПВХа/ПВХ, описанным в патенте RCA™. Пластификатор в композиции пластинки RCA™ составляет всего 1% или менее, а пластификатор ESO не обычно используется в гибком ПВХ из-за плохих механических свойств, но является очень стабильным пластификатором в ПВХ, который вряд ли будет экстрагирован каким-либо водным раствором. Кроме того, композиция виниловой пластинки ПВХа/ПВХ представляет собой преимущественно сополимер + гомополимер и вряд ли будет подвержена воздействию водного раствора ПАВ. Кроме того, поскольку пластификаторы мигрируют, если бы пластинка содержала хоть сколько-нибудь заметное их количество, она никогда не прослужила бы так долго, как сейчас.

Х.4 Водный очиститель на основе ПАВ: Нет данных, подтверждающих, что водный очиститель на основе ПАВ (за вычетом любого растворителя, например спирта) со слабощелочным или почти нейтральным pH или слабощелочным может нанести вред современной (1970-х гг. и позже) пластинке из ПВХа/ПВХ при любой температуре применения, при которой пластинка не размягчается и не повреждается. Наибольший вред от применения очистителей на основе ПАВ заключается в том, что они не смываются, оставляя осадок, который впоследствии может привести к другим последствиям. Однако, вспоминая ГЛАВУ IV. ИНСПЕКЦИЯ ЗАПИСИ: и параграф VIII.10.3.с, существует непостоянство состава пластинок, особенно в случае повторно отпечатанных (рециклированных) пластинок или очень ранних пластинок (1950-1960-х гг.), в которых мог использоваться термостабилизатор на основе свинца. Поэтому в целях консервативности всегда целесообразно использовать наименьшую концентрацию химического вещества. С этой точки зрения нет никаких доказательств того, что предварительный очиститель Alconox™ Liquinox™ в концентрации 1%, кислота Alconox™ Citranox™ в концентрации 1,5% или окончательный очиститель Dow™ Tergitol™ 15-S-9 в концентрации 0,1% при коротком времени выдержки при температуре до 40°C (104°F) будут иметь проблемы с совместимостью материалов с виниловыми пластинками из ПВХа/ПВХ, что подтверждается следующим.

Х.4.1 В процессе ручной очистки, описанной в настоящем документе (и вакуумной RCM), виниловая пластинка подвергается воздействию чистящих растворов при комнатной температуре в течение всего нескольких минут - не более 5 минут. Даже при использовании в нагретых ультразвуковых резервуарах в течение более длительного времени, вплоть до 15 минут, время воздействия все равно остается очень коротким.

Х.4.2 Все рекомендуемые в настоящем документе концентрации очень низки по сравнению с испытанными. Рекомендуемая здесь концентрация 0,1% Tergitol 15-S-9 в 50 раз меньше 5% BASF™ DENUPON® LS45 и в 10 раз меньше 10% щелочного моющего средства (Brulin™ 815GD), которое при разбавлении содержит от 0,5% до 1% неионного ПАВ и от 0,1% до 0,5% анионного ПАВ.

Х.4.3 Концентрат Alconox™ Liquinox™ содержит два анионных ПАВ в количестве от 12,5 до 35% и два неионогенных ПАВ - амин в количестве от 1 до 2% и этоксилированное неионогенное ПАВ, аналогичное (по CAS No.) Dow™ Tergitol™ 15-S-9 в количестве от 2,5 до 10%. При разбавлении до 0,5-1%, как указано в настоящем документе, предварительная очистка Alconox™ Liquinox™ содержит не более 0,1% этоксилированного неионного моющего средства, что не отличается от концентрации, указанной в настоящем документе для использования Dow™ Tergitol™ 15-S-9. Хотя

анионное ПАВ алкилбензолсульфонат натрия в Alconox™ Liquinox™ является более агрессивным, чем мягкое анионное ПАВ, используемое в Hostapon™-Т; в разведении до 1%, при использовании концентрация анионного ПАВ в Alconox™ Liquinox™ составляет всего 0,35%, что в 14 раз меньше, чем в испытанном 5% Hostapon™-Т.

Х.4.4 Кроме анионных и неионогенных ПАВ, Alconox™ Citranox™ содержит две слабые органические кислоты: лимонную и гликолевую, а также стабилизатор pH триэтаноламин (ТЭА). Эти две кислоты входят в состав многих бытовых продуктов, включая средства по уходу за кожей, чистящие средства и пищевые добавки. Анализ таблиц совместимости материалов показывает, что гибкий ПВХ совместим с обеими кислотами при комнатной температуре, особенно при низкой используемой концентрации. Дистиллированный белый уксус (5% уксусной кислоты), хотя и классифицируется как слабая кислота, также классифицируется как растворитель и совместим с 5% кислотой, но при более высоких концентрациях может быть несовместим, и этот вопрос рассматривается далее в разделе Х.5. В большинстве таблиц совместимости материалов триэтаноламин указан как совместимый при комнатной температуре, в некоторых - как несовместимый при высокой температуре, и по крайней мере в одной - как несовместимый при комнатной температуре. Однако используемая концентрация 0,15% является очень низкой (по растворимости близка к воде - см. табл. XIII) и безопасна для косметических продуктов и их упаковки, а использование при комнатной температуре в течение ограниченного времени экспозиции считается безопасным для записи.

Х.4.5 В работе "Коррозия свинца и его сплавов", Стюарт Лайон, декабрь 2010 г. (74) указывается, что растворимость свинца в дистиллированной воде выше, чем в анионных растворах, и говорится, что "В дистиллированной воде, не содержащей растворенных газов, коррозия незначительна, однако скорость коррозии увеличивается в присутствии кислорода"; и "Свинец обычно не подвергается быстрому воздействию растворов, содержащих анионы, где соль свинца мало растворима и, следовательно, где свинец может пассивироваться за счет образования солевой пленки". Вредные эффекты, отмеченные в работе Record Contamination: Causes and Cure by Percy Wilson, 1965 (61) в параграфе VIII.10.3.с, могли быть вызваны остатками, оставшимися после короткой экспозиции с последующим промыванием в DIW. Кроме того, катионные поверхностно-активные вещества используются в качестве антистатических компонентов и покрытий для пластинок с 1960 г. (Anti-Static Phonograph Records G. P. Humfeld, RCA Engineer Magazine Vol. 6, No.3. October-November, 1960 (29)). Однако, как уже говорилось ранее, ГЛАВА VIII. Анионные ПАВ обычно не совместимы/растворимы с катионными ПАВ, что, возможно, и послужило причиной данного наблюдения.

Х.4.6 К использованию чистящих средств в ультразвуковых очистительных машинах (УЗМ), нагретых до такой степени, что пластинка перестает быть такой же жесткой, как при комнатной температуре, следует подходить с осторожностью, особенно если используется не просто очищенная вода, а другое чистящее средство. Скорость химических реакций пропорциональна температуре. Финальный очиститель Dow™ Tergitol™ 15-S-9 в концентрации менее 0,1% и предварительный очиститель Alconox™ Liquinox™ в концентрации менее 1% должны быть совместимы с УЗМ для виниловых пластинок, однако необходимо учитывать время и температуру, а более подробные сведения и рекомендации приведены в ГЛАВЕ XIV. ОБСУЖДЕНИЕ МАШИН ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ:. Однако использование других водных чистящих средств без детального ознакомления с их составом может представлять опасность, поэтому целесообразно использовать наименьшее их количество в течение наименьшего времени.

Х.5 Совместимость растворителей с записями: Растворители могут растворять полимеры, причем растворители могут быть самых разных химических составов. Одной из постоянных дискуссий на многих форумах является использование спиртовых растворителей этанола и изопропила (IPA) и их совместимость с записями. Однозначных результатов тестирования нет. Есть несколько тестов,

в которых несколько пластинок подвергались воздействию спирта с визуальным наблюдением и последующим воспроизведением для определения изменений в звучании. В одном из тестов спирт был проанализирован на наличие экстрагированных компонентов, но их не было обнаружено, что вполне предсказуемо. Но эти тесты не дублируют "золотой стандарт" тестирования, проведенного RCA™, и вряд ли позволят определить реальный эффект, который, скорее всего, связан с разбуханием и ускоренным износом пластинки. В попытке (пусть и тщетной) решить эту проблему был проведен базовый анализ параметров растворимости по Хансену.

X.5.1 Чарльз М. Хансен (доктор философии) в 1967 году разработал метод, позволяющий предсказать, растворится ли один материал в другом. Метод основан на одной из основ химии - "подобное растворяется подобным". Хансен расширил параметр растворимости Хильдебранда и установил три параметра, характеризующие силы, удерживающие молекулу вместе.

$$\sqrt{(\partial d^2 + \partial p^2 + \partial h^2)} = \partial t$$

Где: ∂d = энергия дисперсионных сил между молекулами

∂p = энергия дипольных межмолекулярных сил между молекулами

∂h = энергия водородных связей между молекулами.

∂t = общая и является параметром растворимости Хильдебранда, который представляет собой сумму квадратов трех параметров Хансена.

X.5.2 Для полимеров эти три параметра используются для расчета сферы с радиусом-R. Чем меньше радиус-R, тем, как правило, меньше число растворителей, способных атаковать/набухать/растворять полимер. Для растворителей три параметра используются для расчета их расстояния от центра сферы полимера D(S-P) следующим образом, где "s" обозначает применимый параметр растворителя, а "p" - применимый параметр полимера.

$$D_{(S-P)} = [4(\partial_{dS} - \partial_{dP})^2 + (\partial_{pS} - \partial_{pP})^2 + (\partial_{hS} - \partial_{hP})^2]^{0.5}$$

X.5.3 D(S-P)-R = расстояние растворителя от центра сферы растворимости полимера.

- D(S-P)-R < 1; Если меньше радиуса взаимодействия полимера, то полимер, скорее всего, будет частично или полностью растворим в растворителе.

- D(S-P)-R = 1; Если радиус взаимодействия полимера равен, то полимер, скорее всего, набухнет и может частично раствориться в растворителе.

- D(S-P)-R > 1; Если радиус взаимодействия полимера больше, то полимер не растворяется, но в зависимости от того, насколько он близок к радиусу взаимодействия, растворитель может вызвать набухание полимера.

X.5.4 В таблице XIV приведены результаты анализа. Помните, что анализ - это только прогноз, но он сравнивается с известными данными, и это при условии комнатной температуры. При нагревании, например, при ультразвуковой очистке резервуаров, скорость химических реакций ускоряется, и результаты могут быть хуже. Термин "увеличение массы" может относиться только к пикам гребня боковой стенки и измеряться только в микрограммах (мкг).

X.5.5 Первый вывод: рекордный состав ПВХа/ПВХ не так уж сильно отличается от ПВХ. Однако важно проводить ступенчатый пропорциональный анализ, при котором сначала определяется PVCa при допустимой вариации. В противном случае, если провести просто анализ общего

количества PVC + PVA, то сферы растворимости будут намного больше, чем рассчитанные здесь, и пластинка будет казаться менее совместимой, чем она есть на самом деле.

X.5.6 В качестве краткого резюме можно сказать, что использование этанола и IPA в концентрации 20% или менее вряд ли вызовет проблемы совместимости материалов при любой температуре, которая не приведет к повреждению или деформации пластинки, несмотря на воспламеняемость и взрывоопасность. При более высоких концентрациях существует неопределенность, и результаты будут зависеть от конкретного состава пластинки, температуры нанесения, соотношения массы полимера и объема растворителя, а также времени воздействия. Однако высокие концентрации при высоких температурах, пожаро- и взрывоопасность должны исключать их использование. Нанесет ли вред тот, кто использует 70%-100% спирт для протирания пластинки в течение нескольких минут, используя всего несколько миллилитров? Очень маловероятно.

X.5.7 Длительное выдерживание пластинки в высоких концентрациях спиртовых растворителей при комнатной температуре может нанести вред. Мы не знаем, насколько обратимым является любое набухание, и не знаем точного состава пластинки. Если она обратима, как, например, нейлон, и между очисткой и воспроизведением прошло достаточно времени, то вреда будет мало. Если нет, и свойства пластинки изменились - возможно, размягчились, а возможно, затвердели, то в любом случае следует ожидать ускоренного износа пластинки, и наиболее чувствительны к этому высокочастотные гребни/пики боковых стенок, которые являются самой тонкой частью пластинки. Если они размягчатся, то щуп будет постоянно изгибать/размазывать пик, и высокочастотные данные (амплитуда/напряженность сигнала) будут ослаблены/потеряны.

Table XIII
Hansen Solubility Parameter Record Polymers & Solvents

Material	Total δ_t	Dispersion δ_d	Polar δ_p	Hydrogen δ_h	Radius R
POLYMERS					
Polyvinyl Chloride (PVC)	21.36	18.20	7.50	8.30	3.50
Polyvinyl Acetate (PVAc)	25.66	20.93	11.27	9.66	13.71
Polyvinyl Chloride-Acetate 60% PVCa - calculated (44% PVC/16% PVA)	13.83	11.36	5.10	6.03	4.08
Polyvinyl Chloride-Acetate 70% PVCa calculated	15.46	13.07	5.70	5.97	4.22

Material	Total δt	Dispersion δ_d	Polar δ_p	Hydrogen δ_h	Radius R
(58% PVC/12% PVA)					
Inorganic Carbon Black (CB) Pigment 250 nm	26.91	21.10	12.30	11.30	16.60
Organic Pigments (OP) Black or Red	13.00	9.80	7.70	5.00	5.20
RECORD COMPOSITIONS Per the RCA Patent (calculated parameters)					
Record 60% PVCa + 36.2%-PVC + 0.2%-CB	16.05	13.42	5.79	6.63	3.73
Record 70% PVCa + 26.2%-PVC + 0.2%-CB	16.47	13.96	5.98	6.38	3.91
SOLVENTS - Listed Total (δt) Increasing					
VM+P Naptha (ingredients similar to Zippo™ Lighter Fluid)	15.48	15.00	2.70	2.70	NA
Epoxidized Soybean Oil (ESO) plasticizer	17.34	16.50	1.60	5.10	NA
100% Toluene	18.20	18.00	1.40	2.00	NA
100% Methyl Ethyl Ketone	19.00	16.00	9.00	5.10	NA
100% Acetone	20.00	15.50	10.40	7.00	NA
100% Acetic Acid	21.37	14.50	8.00	13.50	NA
100% IPA	23.50	15.80	6.10	16.40	NA
91% IPA/Water	25.47	15.78	6.99	18.73	NA
100% Ethanol	26.50	15.80	8.80	19.40	NA
95% Ethanol + 5% Methanol (denatured)	26.67	15.77	8.98	19.55	NA
100% Propylene Glycol	29.52	16.80	9.40	23.30	NA
70% IPA/Water	30.24	15.74	9.07	24.17	NA
30% Acetic Acid/Water (Distilled White Vinegar)	39.38	15.27	13.60	33.66	NA
20% IPA/Water	42.65	15.64	14.02	37.12	NA
0.15% Triethanolamine/Water	47.15	15.47	15.94	41.59	NA
Water	47.80	15.60	16.00	42.30	NA

Table XIV
Hansen Solubility Parameter Record & Solvents Analysis

Combination	Solvent Distance from Polymer Center D(S-P)	Polymer Radius R	D(S-P)-R	Data/Risks
PVC & Solvent - Documented Baseline Data for Comparison Tested 0.5 gm polymer in 5 mL solvent				
PVC % 100% Methyl Ethyl Ketone	3.90	3.50	0.40	Testing showed strongly swollen & slightly soluble
PVC & 100% Toluene	4.98	3.50	1.48	Testing showed swelling
PVC % 100% Acetone	5.91	3.50	2.41	Testing showed swelling
PVC & 100% Propylene Glycol	6.44	3.50	2.94	Testing showed compatible
PVC & 100% Ethanol	6.85	3.50	3.35	Testing showed compatible
PVC & 100% Acetic Acid	8.09	3.50	4.59	Testing showed compatible
LEAST SENSITIVE RECORD FORMULATION Record 60% PVCa + 36.2%-PVC + 0.2%-CB				
Record & VM+P Naptha	3.38	3.75	-0.37	Incompatible
Record & 100% Acetone	6.23	3.75	2.48	Likely to result in swelling
Record & 100% IPA	6.46	3.75	2.71	May result in swelling
Record & 91% IPA	6.89	3.75	3.14	Likely compatible
Record & 100% Ethanol	7.53	3.75	3.78	Likely compatible
Record & Denatured Ethanol	7.58	3.75	3.83	Very likely compatible
Record & 70% IPA	8.17	3.75	4.42	Compatible
Record & 30% Acetic Acid (Vinegar)	11.32	3.75	7.57	Compatible
Record & 20% IPA	12.16	3.75	8.41	Compatible
Record & Water	13.92	3.75	10.17	Compatible
MOST SENSITIVE RECORD FORMULATION Record 70% PVCa + 26.2%-PVC + 0.2%-CB				
Record & VM+P Naptha	3.38	3.91	-0.53	Incompatible
Record & 100% Acetone	5.50	3.91	1.60	Likely to cause swelling

Combination	Solvent Distance from Polymer Center D(S-P)	Polymer Radius R	D(S-P)-R	Data/Risks
Record & 100% IPA	5.80	3.91	1.89	Likely to cause swelling
Record & 91% IPA	6.25	3.91	2.34	May cause swelling
Record & 100% Ethanol	6.90	3.91	2.99	Likely compatible
Record & Denatured Ethanol	6.95	3.91	3.05	Likely compatible
Record & 70% IPA	7.60	3.91	3.70	Very likely compatible
Record & 30% Acetic Acid (Vinegar)	10.93	3.91	7.02	Compatible
Record & 20% IPA	11.72	3.91	7.82	Compatible
Record & Water	13.53	3.91	9.62	Compatible

X.6 Заключительные замечания: Испытание на выделение газа может быть простым и недорогим качественным тестом на абсорбцию растворителя (набухание полимера). Предполагается, что IPA ничего не извлекает; любое воздействие должно вызывать набухание. Для проведения качественного теста можно использовать следующую процедуру:

X.6.1. Замочить образец пластинки в IPA на X часов.

X.6.2. Извлеките образец пластинки из IPA и дайте IPA высохнуть/испариться в течение ~15 минут.

X.6.3. Проверьте наличие запаха; порог восприятия запаха IPA очень низкий - ~22 ppm. Если запах присутствует, то это первое свидетельство того, что пластинка впитала "некоторое количество" IPA.

X.6.4. Если запаха нет (что более вероятно), поместите образец в герметичный стеклянный контейнер и нагревайте на водяной бане при температуре от 95 до 100°F в течение 2-4 часов.

X.6.5. Проверьте воздух из контейнера на наличие запаха. Если он пахнет IPA, то, скорее всего, пластинка подверглась некоторому разбуханию, а даже небольшое количество может оказать влияние.

X.6.6. В промышленности этот тест на выделение газов проводится путем помещения образцов в печь, заполненную безмасляным азотом, и последующего анализа образцов с помощью ГХ/МС для получения количественных результатов с чувствительностью до 1 ppb. Однако тестирование отходящих газов с использованием только нашего носа может быть очень чувствительным для того, что нас интересует, и устраняет множество переменных, связанных с попытками измерения и анализа изменения веса.

ГЛАВА XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ:

При очистке любого предмета возникает самый первый вопрос - "Что является чистым?", а для пластинки следующим вопросом должен быть "Когда виниловая пластинка является чистой?". В ГЛАВЕ I. ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ ЗАПИСЕЙ: указано, что у нас нет практического количественного метода проверки. В данной главе сделана попытка ответить на эти вопросы путем установления количественных критериев и показать, что процесс, подробно описанный в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: позволяет получить чистую виниловую пластинку.

XI.1 Выводы, сделанные в ГЛАВЕ I. ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ ЗАПИСЕЙ: для достижения желаемой чистоты виниловых пластинок требуется надежный процесс прецизионной очистки. В индустрии прецизионной очистки существуют визуальные и количественные уровни чистоты. Ниже приведены уровни визуальной чистоты, обычно используемые в стандартах MIL-STD-1330D (51), MIL-STD-1622B (52) и NASA с поправкой на виниловую пластинку.

XI.1.1 Общая чистота (GC): Отсутствие производственных остатков, грязи, масла, смазки и т.д. Уровень общей чистоты устанавливается для аппаратуры, которая не чувствительна к загрязнениям и легко очищается или перечищается. В виниловой пластинке, прошедшей GC, могут присутствовать частицы размером более 50 микрон и органические загрязнения более 50 мг/фут². Такой уровень чистоты недостаточен для виниловой пластинки. Пользователь будет испытывать раздражающие шумы, возможно образование "грязи" на стилусе, а качество воспроизведения, скорее всего, будет снижено.

XI.1.2 Визуальная чистота (VC): Отсутствие всех твердых и не твердых частиц, видимых нормальным невооруженным глазом или глазом с коррекцией зрения при ярком белом свете. Этот уровень предназначен для оборудования, которое требует удаления поверхностных частиц и нечастиц для работы; или для оборудования, для которого повторная очистка будет сложной и/или трудоемкой. Виниловая пластинка, прошедшая VC, может содержать множество частиц размером менее ~50 мкм и иметь органическое загрязнение до 50 мг/фут² в зависимости от загрязнителя. Такой уровень чистоты достигается простыми влажными щетками, но с учетом размеров и геометрии канавки он недостаточен для предотвращения раздражающих шумов или накопления "грязи" на стилусе, и максимальная точность воспроизведения виниловой пластинки маловероятна.

XI.1.3 Визуальная чистота под ультрафиолетом (VS+UV): Визуально чистый и проверенный ультрафиолетовым излучением. Этот уровень обычно устанавливается для аппаратуры, которая не переносит накопления углеводов между использованиями или операциями, и более чувствительна к частицам, но ограничивается только теми загрязнениями, которые видны и флуоресцируют. Виниловая пластинка, прошедшая VS+UV, может содержать множество частиц размером менее ~25 мкм и иметь органическое загрязнение от 25 до 50 мг/фут² в зависимости от загрязнителя. Легкие минеральные масла, которые не флуоресцируют, могут быть необнаружимы с помощью VS при уровне загрязнения 50 мг/фут². Уровень чистоты VS+UV, основанный на размерах и геометрии канавок, недостаточен для предотвращения раздражающих шумов и достижения максимальной достоверности звучания виниловой пластинки. Однако после установления чистоты с помощью прецизионного процесса влажной очистки уровень VS+UV должен быть пригоден для поддержания чистоты. Эта концепция является основополагающей для стандартов MIL-STD-1330D (51) и MIL-STD-1622B (52).

XI.2 MIL-STD-1246C "Уровни чистоты изделий и программа контроля загрязнения" (50) (в настоящее время заменена коммерческой спецификацией IEST-STD-1246) уже несколько десятилетий является источником для определения количественных уровней чистоты изделий в терминах допустимого количества твердых частиц и допустимого количества нелетучих остатков (NVR). Аналогичные уровни чистоты устанавливают и другие агентства, например NASA.

Некоторые из различных уровней чистоты определены в табл. XV. Достижение уровня чистоты 50A в жилых помещениях является сложной задачей, но вполне выполнимой (о чем будет сказано далее); преимущество виниловых пластинок заключается в том, что они представляют собой достаточно прочный, достаточно твердый материал, не имеющий пористости и труднодоступных мест. Ниже приведены некоторые примечания к таблице XV.

Table XV
MIL-STD-1246C Particulate and NVR Cleanliness Levels

Particulate			Non-Volatile Reside		
Level	Particle Size microns	Allowable Count/ft ²	Level	Limit	Nominal Film Thickness
25	≥2 <5	53	A/2	0.5 mg/ft ²	0.05 micron
	≥5 <15	23			
	≥15 <25	4	A	1.0 mg/ft ²	0.10 micron
	≥25	1			
50	≥5 <15	166	B	2.0 mg/ft ²	0.20 micron
	≥15 <25	25			
	≥25 < 50	8	E	5.0 mg/ft ²	0.50 micron
	≥50	1			
100	≥5 <15	1785	G	10.0 mg/ft ²	1.00 micron
	≥15 <25	265			
	≥25 <50	78	J	25.0 mg/ft ²	2.50 micron
	≥50 <100	11			
	≥100	1			

XI.2.1 При указании требований к чистоте уровень содержания твердых частиц и уровень содержания нелетучих остатков (NVR) указываются отдельно, поэтому, например, может быть указан уровень чистоты 100A.

XI.2.2 Из-за способа измерения количества частиц в MIL-STD-1246C (50) могут быть указаны дробные числа. Для целей данного документа, а также аналогично тому, как в других областях указываются уровни чистоты частиц, все подсчеты считаются просто диапазоном, а все подсчеты округляются в большую сторону. Для каждого уровня чистоты частицы, меньшие указанного наименьшего, имеют неограниченное допустимое количество (но заиливание не допускается).

XI.2.3 Процесс предварительной очистки, ополаскивания, окончательной очистки, ополаскивания, описанный в MIL-STD-1330D (51), и аналогичные прецизионные процессы могут регулярно достигать уровня чистоты 50A. Хотя в MIL-STD-1330D (51) для окончательной очистки используется мойка деталей или ультразвуковой бак, это необходимо для сложных геометрических форм, эффективности процесса (много деталей за один раз) и для проверки чистоты. Этап окончательной очистки ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: не менее эффективен для очистки, и это будет показано в таблице XVI.

XI.2.4 Уровень загрязнения частицами 25 (и менее), как правило, может быть достигнут только в контролируемом чистом помещении или в столь же контролируемой среде, например, с помощью вертикального (ламинарного) стенда или вытяжки с воздушными фильтрами HEPA, которые можно легко приобрести у ряда поставщиков, но по цене от 3 тыс. долл. Однако, как указано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: использование более дешевого переносного комнатного или настольного HEPA-фильтра должно создать для желающих временную зону с очень низким уровнем содержания частиц в воздухе.

XI.2.5 Площадь плоской поверхности каждой стороны 12-дюймовой пластинки (за вычетом площади этикетки) составляет около 0,6 фута². Однако канавки и выступы боковых стенок

увеличивают площадь поверхности. Используя номинальные размеры канавок из ГЛАВЫ I. ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ ЗАПИСЕЙ: боковая стенка канавки (гипотенуза треугольника) составляет около 0,0016 дюйма, поэтому каждая канавка шириной около 0,0022 дюйма в верхней части имеет линейную длину около 0,0032 дюйма и $0,0032"/0,0022" = 1,46$ поправки к рассчитанной площади плоской поверхности 0,6 фута². Если добавить 10% на гребни боковых стенок, то фактическая площадь поверхности пластинки = (0,6 фута² площади плоской поверхности) x (1,46 поправка на канавки) x (1,1 поправка на боковые стенки) = 0,96 фута². Если округлить, то фактическая площадь поверхности 12-дюймовой пластинки составляет около 1,0 фута². Площадь в 1 фут² позволяет очень просто пересчитать мг/фут² NVR в толщину пленки.

XI.2.6 Номинальная толщина пленки NVR (Contamination Control Engineering Design Guidelines for the Aerospace Community, NASA Contractor Report 4740, May 1996) (55), приведенная в таблице XV, предполагает, что загрязнитель нанесен равномерно и имеет плотность $1 \text{ г/см}^3 = 62,43 \text{ фунтов/фут}^3$ (как пресная вода); и хотя пленка в 1 микрон рассчитывается примерно как $9,1 \text{ мг/фут}^2$, для простоты использования применяется 10 мг/фут^2 , что соответствует толщине в 1 микрон. Большинство водорастворимых неионогенных ПАВ имеют плотность, близкую к плотности воды, однако загрязнения с меньшей плотностью, такие как нефть, будут создавать большую толщину пленки, в то время как более плотные загрязнения, такие как пятна жесткой воды, будут создавать меньшую толщину, как указано в табл. VII.

XI.3 Рисунок 42 и таблица XVI представляют собой анализ процесса, в котором оценивается NVR, оставшийся после предварительной и окончательной очистки в соответствии с процессом, описанным в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:. Таблица XVI предназначена для того, чтобы показать, как в ходе общего процесса очистки можно достичь уровня чистоты A NVR менее или равного $1,0 \text{ мг/фут}^2$. В таблице XVI также показано, что чистящие средства содержат больше НВР, чем удаляемые НВР, и показано, почему использование водопроводной воды для предварительного ополаскивания и ополаскивания после каждого применения чистящего средства является приемлемым. Таблица XVI была отформатирована таким образом, чтобы ее можно было легко преобразовать в электронную таблицу, позволяющую пользователям корректировать исходную запись NVR и химического состава для просмотра результатов. Таблица XVI была составлена следующим образом:

XI.3.1 Используется начальная нагрузка тяжелой грязью в 25 миллиграммов (включая твердые частицы), которая не должна считаться нереальной для грязной записи.

XI.3.2 Для целей воды использовался эквивалентный показатель TDS-ppm, пересчитанный в миллиграммы из таблицы VI, а для NVR - концентрация чистых веществ в ppm, пересчитанная в миллиграммы. Для удобства анализа все ppm принимаются равными мг/л, поэтому TDS в 200 ppm = 200 мг/л. Затем все растворы корректируются с учетом количества нанесенного или высушенного раствора = (мл раствора/1000).

XI.3.3 Существуют некоторые допущения, поскольку чистящие средства будут выделять и содержать загрязнения, удаленные с поверхности пластинки. Количество чистящего раствора на пластинке составляет около 25 мл на основании простого теста, в котором измерялось количество, нанесенное на пластинку. NVR, удаленные с пластинки, равномерно распределяются в 25 мл чистящего раствора. Предполагается, что эффективность каждого этапа очистки составляет 90%. Окончательная очистка не будет эффективна на 90% при удалении первоначального сильного загрязнения из-за небольшого количества (около 25 мл) очистителя и типа используемого очистителя. Из табл. XVI следует, что предварительная очистка высокой концентрации и кислотная очистка выполняют основную нагрузку, удаляя основную массу грязи, а окончательная очистка с более низкой концентрацией выполняет окончательное ополаскивание. Однако важно отметить, что из-за ограниченного количества используемого чистящего раствора (~25 мл) особо

загрязненные пластинки могут истощить химический состав, поэтому ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: для таких пластинок рекомендуется использовать два (2) этапа предварительной очистки.

XI.3.4 Эффективность ополаскивания в условиях практически неограниченного количества проточной водопроводной воды может быть лучше, чем указано, но для консервативности в данном анализе она принята на уровне 95% и показана в расчете по п. 8.

XI.3.5 Более низкая эффективность в 85% для заключительной аэрозольной промывки призвана учесть ограниченное количество используемого DIW и неэффективность применения и показана в расчете по п. 10.

XI.3.6 Для определения уровня загрязнения NVR (мг/фут^2) предполагается (путем простого измерения), что 5 мл водного раствора после ополаскивания высыхает на поверхности, и полученный NVR в миллиграммах распределяется по площади, которая, как было рассчитано ранее, составляет около $1,0 \text{ фут}^2$ минус этикетка. Этот расчет производится в пунктах 8 и 10.

XI.3.7 Конечное количество NVR на пластинке после каждого этапа очистки представляет собой сумму NVR, не удаленных с поверхности, и NVR, оставшихся после чистки/ополаскивания, что показано в п. 12. Однако в худшем случае NVR находится только в канавке, поэтому в п. 14 показан этот эквивалент с учетом того, что канавка составляет около 40% от общей поверхности пластинки.

XI.3.8 Пункты 13 и 15 преобразуют пункты 12 и 14 в толщину пленки.

XI.3.9 В соответствии с таблицей XVI и рисунком 42 цель по чистоте NVR уровня A ($1,0 \text{ мг/фут}^2$), приведенная в таблице XV, должна быть легко достижима, а уровень NVR A/2 - вероятен.



Figure 42 - Record NVR Following Precision Aqueous Cleaning Process

Table XVI

Remaining NVR Analysis After Pre-Clean, Acid-Clean & Final Clean

Item	Description	Pre-Clean Step	Acid-Wash Step	Final Clean Step
1	Initial record NVR • Acid-Clean Step NVR is from Pre-Clean Item 11. • Final Clean Step NVR is from Acid-Clean Item 11.	25 mg	2.5 mg	1.4 mg
2	5-mL water on record NVR after Pre-Rinse with tap-water [(assumes 200 ppm TDS) x (0.005)]	1 mg	NA	NA
3	Record NVR left from cleaning • Acid-Clean Step NVR is from Pre-Clean Item 8. • Final Clean Step NVR is from Acid-Clean Item 8.	NA	2.1 mg	1.1 mg
4	Cleaner NVR from 25 mL application [(cleaner ppm/40)]	125 mg	250.0 mg	25.0 mg
5	Estimated NVR removed from record at 90% cleaner efficiency [(Item 1) x (0.90)]	22.5 mg	2.3 mg	1.2 mg
6	Total cleaner solution NVR before rinse (sum of items 2:5)	148.5 mg	254.4 mg	27.3 mg
7	Tap-water rinse NVR (unlimited volume) (assumes 200 ppm TDS)	200.0 mg	200.0 mg	200.0 mg
8	5-mL water on record NVR after 95% effective rinse with flowing tap-water [(item 6) x (0.05) +(item 7) x (0.005)]	1.0 mg	1.1 mg	1.0 mg
9	Purified water rinse NVR (2.5 ppm from Table VI)	NA	NA	2.5 mg
10	5-mL water on record NVR after 85% effective rinse with spray purified water [(item 8 x 0.15) +(item 9) x (0.005)]	NA	NA	0.01 mg
11	Record NVR still remaining after cleaning • For Pre-Clean and Acid-Clean sum of (Item 1 x 0.1) + Item 8. • For Final-Clean sum of (Item 1 x 0.1) + Item 10	3.5 mg	1.4 mg	0.13 mg

Item	Description	Pre-Clean Step	Acid-Wash Step	Final Clean Step
12	Best-case Equivalent total surface NVR contamination level • Pre-clean = sum of items 8 + 11; acid clean = sum of Items 8 + 11 • Final-clean = sum of Items 10 + 11.	3.5 mg/ft ²	1.4 mg/ft ²	0.13 mg/ft ²
13	Best-case: Equivalent film thickness from Item 12 (Item 12) x (1 mg/ft ² /0.01 micron)	0.4 microns	0.2 microns	0.02 microns
14	Worst-case: Equivalent surface contamination level assuming Item 12 is only in the groove that is 40% of the record total surface. (Item 12/0.4)	9.0 mg/ft ²	3.5 mg/ft ²	0.33 mg/ft ²
15	Worst-case: Equivalent film thickness assuming Item 12 is only in the groove (Item 13) x (1 mg/ft ² /0.01 micron)	0.9 microns	0.4 microns	0.04 microns

XI.4 Какая грязь слышна? После обсуждения вопроса о том, что такое чистота и чего можно добиться разумным процессом очистки, остается экзистенциальный вопрос - достаточно ли хорошо для записи то, что можно получить с помощью разумных химических средств и методов? Сообщения на аудиофорумах от пользователей, использующих ультразвуковые очистительные

машины (УСМ) без промывки, показывают, что при анализе концентрации очищающей жидкости в ванне могут оставаться остатки очистителя (ПАВ), значительно превышающие 150 мг/л (150 ppm), и многие отмечают остатки на стилусе, а те, кто обладает навыками критического прослушивания, слышат искажения, отмеченные как "вуалирование музыки". В связи с этим возникает вопрос: насколько велики должны быть дефекты, чтобы их можно было услышать?

XI.4.1 Хотя в ГЛАВЕ I. ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ ЗАПИСЕЙ: размеры и геометрия канавки были описаны кратко, подробностей было представлено очень мало. Детали геометрии канавки и динамическая связь щупа с этой геометрией могут зависеть от чистоты пластинки. Боковое и вертикальное смещение определяет амплитуду/выход сигнала. Пластинка вращается со скоростью $\sim 33,333$ оборота в минуту (об/мин) = 0,56 оборота в секунду (об/с); линейная (тангенциальная) скорость изменяется от 51 см/с (20 дюймов/с) в самой внешней канавке до 20 см/с (7,9 дюйма/с) в самой внутренней канавке. На рис. 43 упрощенно показана длина волны модуляции канавки (расстояние от гребня до гребня) для воспроизведения различных частот между внешней и внутренней канавками для 12-дюймовых, 33,333 об/мин и 45 об/мин пластинок. На самой высокой частоте эти значения могут составлять всего 10 мкм для пластинки со скоростью вращения 33,333 об/мин на внутренней канавке.

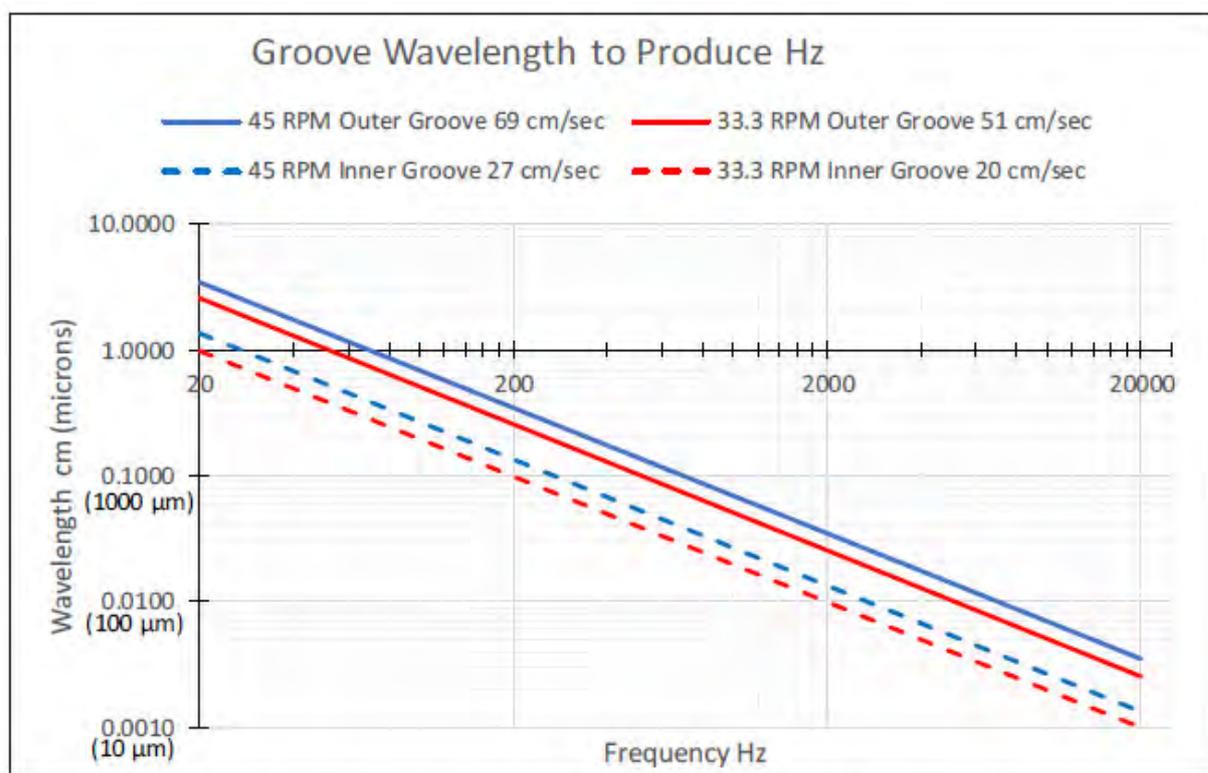


Figure 43 - Record Groove Wavelength to Produce Hz

XI.4.2 При боковом и вертикальном перемещении щупа происходит его смещение, а смещение во времени равно скорости, а от скорости зависит ускорение, и все это в совокупности является ускорением. равно скорости, а из скорости вытекает ускорение, и все это в совокупности составляет амплитуда модуляции - движение стилуса, создающее звуковой сигнал.

Принципиально, во время тихой, немодулированной канавки щуп не движется по отношению к пластинке, которая движется под ним. Модуляции заставляют щуп двигаться вверх и вниз (вертикально) и из стороны в сторону (латерально). В звукозаписывающей промышленности скорость движения щупа по канавке используется в качестве меры выходного сигнала. Скорость, ускорение и амплитуда канавки-стилуса могут быть рассчитаны следующим

образом (источник уравнения: Disc Phonograph Records by Dr. A. M. Max, RCA Engineer Magazine 1966-08-09 (1)).

$$V = A2\pi f$$

$$a = \frac{A4\pi^2 f^2}{g}$$

$$A = \frac{V}{2\pi f}$$

Где: V = Скорость (см/сек)

a = Ускорение (g's)

A = Амплитуда (см)

f = Частота (Гц)

g = Постоянная ускорения = 981 см/сек/сек

XI.4.3 При записи пластинок существует три ограничивающих фактора: скорость движения щупа, ускорение щупа и радиус щупа. Приведенное выше уравнение амплитуды применимо для частот более 1000 Гц, поскольку на более низких частотах амплитуды будут неоправданно большими, и поэтому кривая записи Американской ассоциации звукозаписывающей промышленности (RIAA) ослабляет низкие частоты. Ускорение становится предельным с ростом частоты, как показано на рис. 44, и для коррекции записи инженеры часто корректируют сигнал записи, ограничивая ускорение примерно до 2000 g's (в зависимости от ограничений режущей головки), наряду с кривой записи RIAA®, которая усиливает высокие частоты.

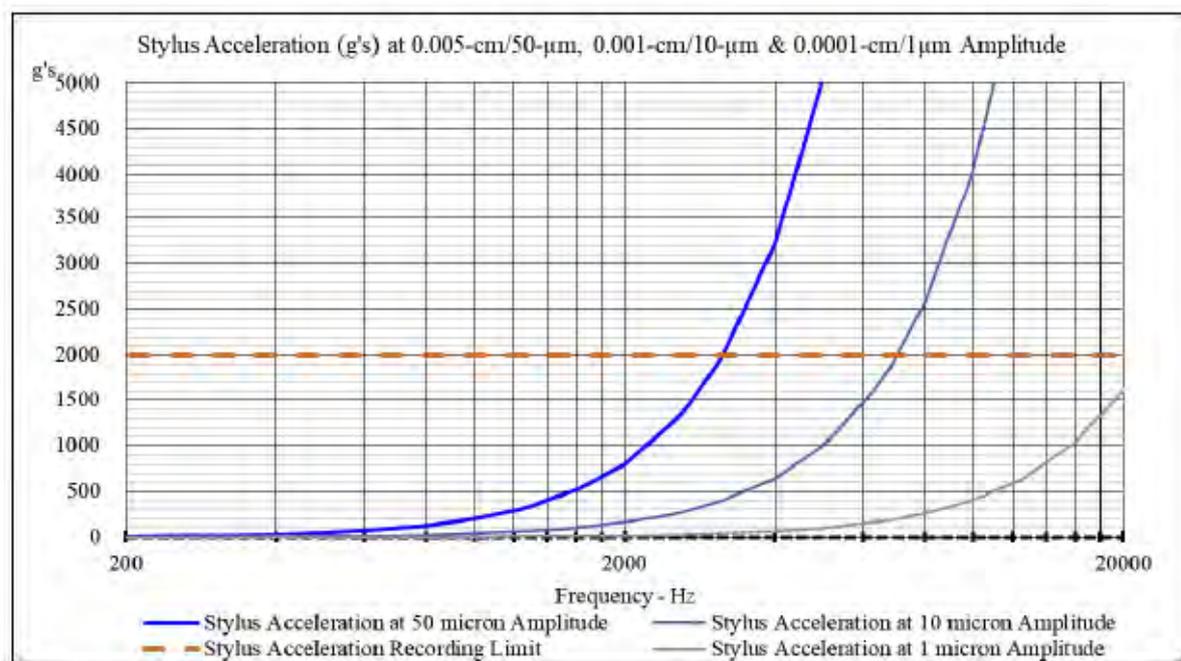


Figure 44 - Stylus Acceleration

XI.4.4 На рис. 45 показаны кривая записи RIAA™, пиковая скорость канавки-стилуса при максимальной амплитуде записи 0,005 см/50 мкм во внутренней и внешней канавках (согласно уравнениям, приведенным в п. XI.4.2) и примеры влияния радиуса наконечника стилуса, ограничивающего скорость канавки. Радиус 0,0004 см/4 мкм будет соответствовать форме щупа типа Shibata, а радиус 0,0007 см/7 мкм - эллиптической форме щупа.

XI.4.5 Графики, отражающие скорость, амплитуду и радиусы канавок, можно также найти в STEREOPHILE Chart File No. 8 Record Groove Parameters, J. Gordon Holt, The Stereophile Magazine Vol.1 No. 8, August 1964 (38) и "Теоретическая нарезка дисков", Hugh Finimore, Studio Sound and Broadcast Engineering, July 1975" (35). Для лучшего понимания рисунка 45 приводится следующее понимание рисунка 45.

XI.4.5.a Максимальная амплитуда обычно связана с тем, насколько широкой может быть канавка, прежде чем она будет врезаться в канавку рядом с диском. прорезания соседней канавки. Вспоминая рисунок 43, можно сказать, что с увеличением частоты и по мере щуп движется ближе к внутренней канавке, у щупа остается меньше времени на переход от состояния покоя до пиковой амплитуды модуляции, и поэтому возникают более высокие (пиковые) скорости. На сайте Практический предел пиковой скорости наступает, когда пиковая скорость модуляции равна линейной (тангенциальной) скорости канавки (скорости, с которой пластинка проходит мимо стилуса). щупа). Превышение пиковой скорости приводит к тому, что "...колебания канавки становятся настолько резкими, что стилус стремится проехать по ним, а не обойти их. (38)"

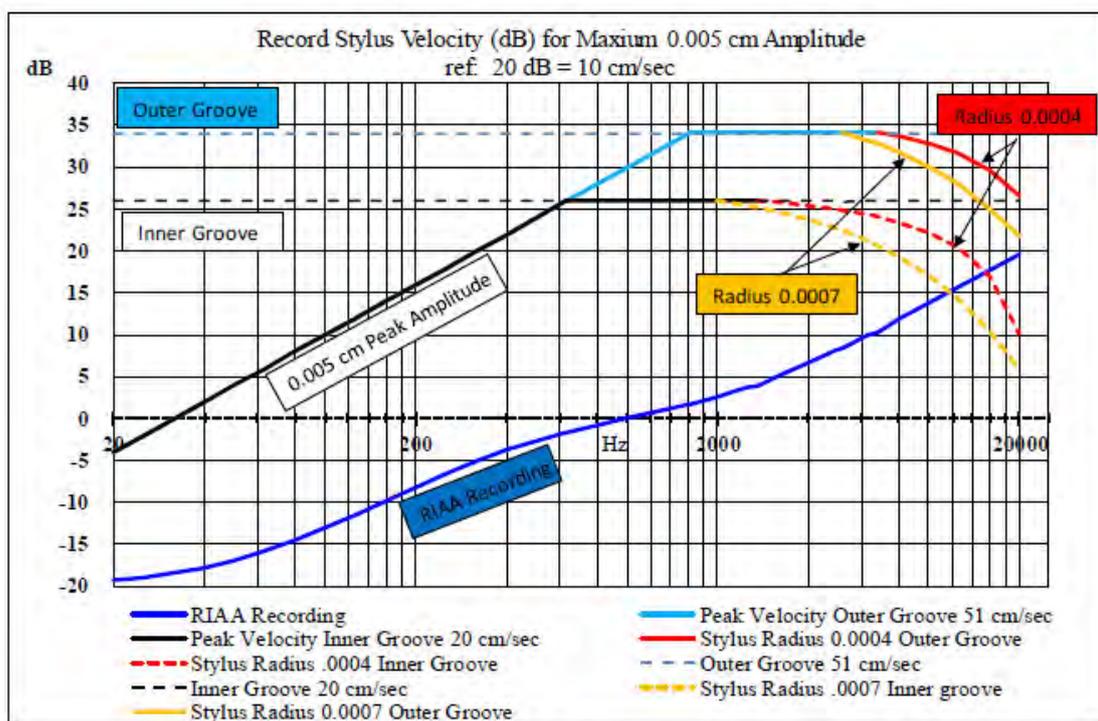


Figure 45 - Record Groove Velocity

XI.4.5.b Модуляция канавок создает синусоидальные волны, которые имеют кривые с радиусом, определяемым квадратом линейной (тангенциальной) скорости, деленным на ускорение щупа (п. XI.4.2) Радиус (кончик) щупа обводит эти кривые. На более высоких частотах радиус синусоидальной кривой уменьшается. Если радиус кривой синусоиды становится меньше радиуса наконечника щупа, то щуп не сможет отслеживать модуляции, и "...щуп теряет способность точно отслеживать модуляции и стремится "проглядеть их (38)", что приводит к потере выходного

сигнала и искажениям. Конический щуп, радиус наконечника которого может составлять 0,0018 см (не показан на рис. 45), с трудом отслеживает пиковые скорости и амплитуды высоких частот.

XI.4.6 Почему нас интересуют эти детали канавки и щупа? В то время как в звукозаписывающей промышленности основное внимание уделяется максимальной пиковой скорости, которую можно записать, с точки зрения прецизионной чистоты интерес представляет обратное; понимание очень малых модуляций и больших ускорений дает представление о том, какое влияние могут оказывать небольшие загрязнения. Наиболее чувствительными оказываются высокие частоты. Если обратиться к рисунку 44, то для ограничения ускорения щупа амплитуда на высоких частотах может быть очень малой, порядка 1 микрона, причем встречаются значения вплоть до 0,1 микрона (An LP Primer, Robert Harley The Absolute Sound June/July 2007 (68)). Если обратиться к рис. 45, то технически в области под линиями пиковых скоростей может быть записана музыка, но самые низкие скорости канавок могут использоваться только для записей с большим динамическим диапазоном. Компания Shure™ провела исследование скорости движения канавок пластинок, результаты которого были приведены в докладе Design Considerations of the V15 Type IV Phonograph Cartridge, L. R. Happ (43), представленном на техническом семинаре по картриджам для фонографов в 1978 году. Большинство записей было записано со скоростью 6 дБ (2 см/с) и выше.

XI.4.7 В табл. XVII анализируются более низкие ожидаемые скорости движения по канавке, при которых амплитуды могут быть очень малы, а затем рассчитываются соответствующие амплитуды. Значение 0,1 см/с (-20 дБ) указано в качестве эталона для тихой немодулированной канавки. Некоторые наблюдения из табл. XVII включают, что тонкая пленка грязи, особенно на высоких частотах, может способствовать "завуалированию музыки", а мелкие частицы могут отклонять щуп настолько, чтобы вызвать слышимый отклик, как показано ниже:

XI.4.7.a Любая частица на пластинке обладает кинетической энергией, равной $1/2$ ее массы, умноженной на квадрат линейной скорости пластинки. Щуп по существу неподвижен, поэтому, когда частица "врезается" в щуп, часть энергии может разрушить/переместить частицу, но часть энергии передается щупу, смещая его. Этот анализ аналогичен анализу столкновения автомобиля с неподвижным объектом. Таким образом, частица того же веса во внешней канавке будет обладать $[(51 \text{ см/с}) / (20 \text{ см/с})]^2 = 6,5$ раз большей кинетической энергией, чем та же частица во внутренней канавке.

XI.4.7.b Для простого примера: частица во внешней канавке, врезающаяся в щуп, вызывает смещение щупа на 2,5 микрона. Если система воспринимает это как низкочастотный сигнал (<1 кГц), то эквалализация воспроизведения RIAA усилит этот сигнал, и возникнет большой звуковой отклик. При прочих равных условиях та же частица во внутренней канавке может вызвать смещение щупа всего на $(2,5/6,5) = 0,4$ мкм, и если система воспринимает это как высокочастотный сигнал (> 1 кГц), то эквалализация воспроизведения RIAA ослабит сигнал, и может возникнуть небольшой звуковой отклик. Таким образом, расположение частицы может быть существенным фактором.

Table XVII
Record Groove Velocity vs Frequency & Amplitude

Frequency Hz	Amplitude in Microns at Groove Velocity					
	0.1 cm/sec -20 dB	0.5 cm/sec -6 dB	1.0 cm/sec 0.0 dB	2.0 cm/sec 6 dB	3.0 cm/sec 9.5 dB	4.0 cm/sec 12 dB
1250	0.127	0.637	1.273	2.546	3.820	5.093
1600	0.099	0.497	0.995	1.989	2.984	3.979
2000	0.080	0.398	0.796	1.592	2.387	3.183
2500	0.064	0.318	0.637	1.273	1.910	2.546
3150	0.051	0.253	0.505	1.011	1.516	2.021
4000	0.040	0.199	0.398	0.796	1.194	1.592
5000	0.032	0.159	0.318	0.637	0.955	1.273
6300	0.025	0.126	0.253	0.505	0.758	1.011
8000	0.020	0.099	0.199	0.398	0.597	0.796
10000	0.016	0.080	0.159	0.318	0.477	0.637
12500	0.013	0.064	0.127	0.255	0.382	0.509
16000	0.010	0.050	0.099	0.199	0.298	0.398
20000	0.008	0.040	0.080	0.159	0.239	0.318

XI.5 На рис. 46 приведены графики таблицы XVII (за исключением 0,1 см/с) и добавлены значения скорости движения канавки 8 см/с (18 дБ) и 16 см/с (24 дБ). Как видно, если загрязнения менее 25 мкм не будут заметны, то грубые загрязнения 50 и 100 мг/фут², образующие пленку толщиной от 5,0 до 10 мкм, достаточны для заполнения большинства высокочастотных (>1000 Гц) гребней боковых стенок (амплитуда) и частичного заполнения канавки. Толщина пленки от 5,0 до 10 мкм - это экстремальная величина NVR, которая может быть связана с "исключительно грязной" пластинкой. Меньшая толщина пленки, особенно если она связана с твердыми минеральными остатками из водопроводной воды, вряд ли будет равномерной и будет слышна как переходный шум (щелчки, хлопки и т.д.) и может привести к ускоренному износу пластинки и стилуса. Более мягкие остатки, такие как поверхностно-активные вещества, могут быть однородными и смещаться в гребни боковых стенок, влияя на амплитуду записи или уменьшая ее, о чем говорится в статье Record Contamination: Causes and Cure" Percy Wilson, 1965 (61), где в общих чертах обсуждается потеря высоких нот из-за некоторых загрязнений, которые также могут загрязнять стилус.

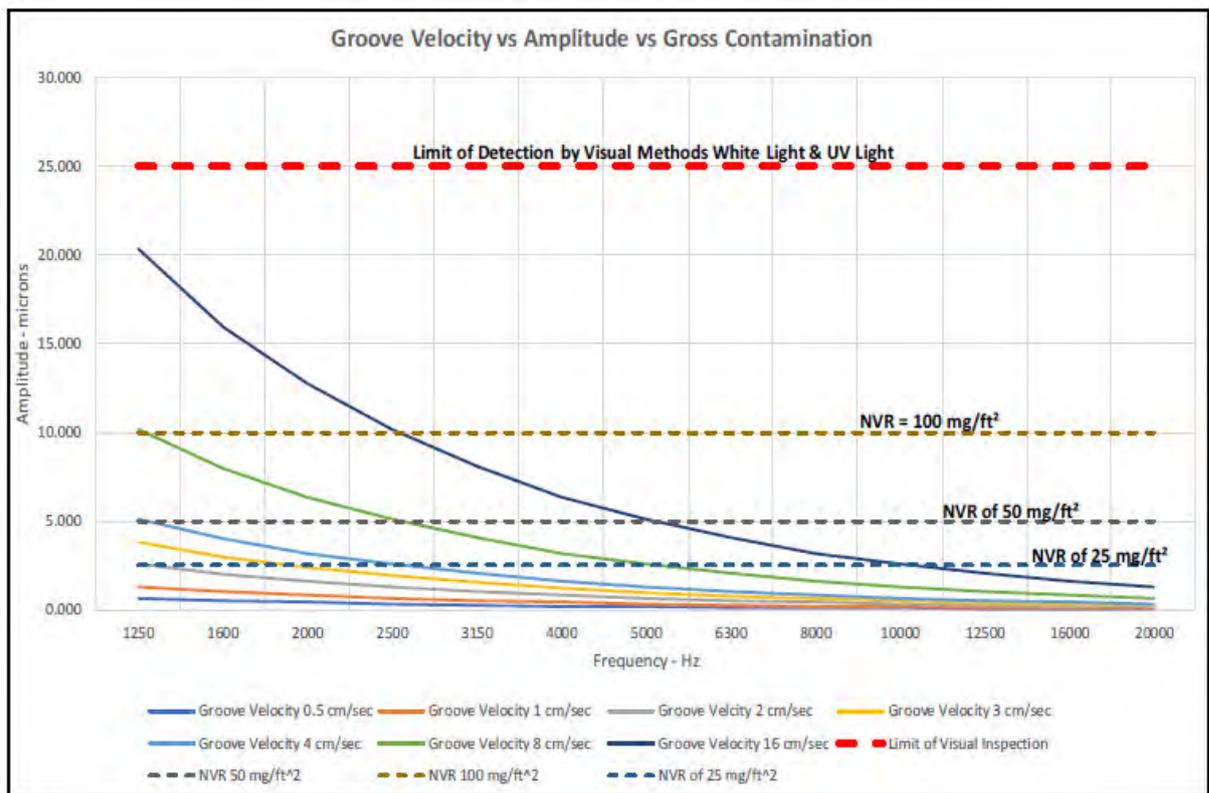


Figure 46 – Groove Velocity vs Amplitude vs Gross Contamination

XI.6 На рисунке 47 данные сфокусированы таким образом, чтобы показать общий процесс очистки по таблице XVI с данными о скорости движения канавки по таблице XVII в зону прецизионной очистки, где амплитуда меньше. данные о скорости из таблицы XVII в зону прецизионной очистки, где амплитуда меньше 2,5 мкм и где еще может быть много музыки. Скорее всего, именно в этой области опытные слушатели отмечают потерю высокочастотных деталей, тех деталей, которые позволяют слушателю услышать инструмент. слушателю слышать инструмент и звуковую сцену. Толщина пленки ПАВ (от NVR) менее 0,5 мкм (оставшаяся в результате отсутствия или недостаточного ополаскивания) все еще может покрывать широкий диапазон частот.

XI.6.1 Из пункта XI.4.7.а вытекает объективное обоснование того, как "мелкие" частицы влияют на на звук. Но как остатки - NVR - влияют на звук? Существует несколько возможностей. Во-первых, мы знаем, что толстый слой остатка приводит к образованию мусора/осадка на щупе, когда пластинка протаскивает щуп через мусор/осадок, и пластинки, очищенные впоследствии, часто становятся лучше на слух, указывая на то, что щуп не очищает пластинку от остатков, несмотря на износ пластинки и щупа. Следует согласиться с тем, что любой остаток, которые изменяют естественную поверхность пластинки, изменяют коэффициент трения, увеличивает массу стилуса, изменяет границу раздела между стилусом и пластинкой, может повлиять на то, как и на что отслеживает стилус. Остатки могут быть вязкими (похожими на жидкость) или невязкими (сухие хлопья/порошок), и каждый из них может по-разному воздействовать на поверхность.

XI.6.1.a Учитывая высокие ускорения, которые испытывает щуп, остатки (масса), скапливающиеся на щупе, вызывают результирующую силу (сила = масса x ускорение), которая может повлиять на способность щупа прокладывать канавку. Вязкий осадок на канавке пластинки может демпфировать щуп, снижая модуляцию и уменьшая выходной сигнал. Он может вызвать вибрации, если щуп испытывает переменное проскальзывание, или привести к кавитации жидкости под действием давления на щуп, что в любом случае может привести к увеличению уровня фонового шума, затушевывая высокочастотные детали.

XI.6.1.b Если остатки покрывают только долину гребня боковой стенки, то щуп может не отклоняться/проследивать всю высоту от пика до долины, и высокочастотные детали могут быть ослаблены/потеряны. Вспомним о чистящих средствах "Сделай сам" из ГЛАВЫ VIII. Некоторые из них имеют концентрацию более 1000 мг/л (1 мг/мл), и если дать высохнуть 3 мл, то в результате NVR может составить 3 мг/фут² с толщиной пленки более 0,3 мкм, что, согласно таблице XVII и рисунку 47, должно быть слышно.

XI.6.1.c Невязкий остаток может увеличить шероховатость поверхности, при этом следует отметить, что негладкая канавка при уровне -20 дБ (табл. XVII) очень близка к базовой шероховатости поверхности пластинки (0,01 мкм), что приводит к увеличению уровня фонового шума, который может затушевывать высокочастотные детали, несмотря на износ пластинки и щупа.

XI.6.2 На рис. 47 показано, что уровень $A = 1$ мг/фут² не должен создавать помех для большинства музыкальных произведений, за исключением высокочастотных 0,5 см/сек (-6 дБ), и поэтому должен быть приемлемым критерием чистоты записи. Однако при предыдущем обсуждении пленки NVR предполагалось, что она равномерно распределена по пластинке. Вместо этого возможно более переменное распределение. Если применить простое гауссово (нормальное) распределение для номинального NVR, равного 1 мг/фут² = 0,1 мкм, то фактическая толщина пленки может реально варьироваться от 0,04 мкм до 0,2 мкм. Таким образом, в зависимости от динамического диапазона конкретной записи, даже уровень $A = 1$ мг/фут² может оказаться недостаточным для очень опытных или чувствительных слушателей.

В заключение:

Исходя из размеров, геометрии и скоростей канавок виниловой пластинки, а также из того, что можно достичь что для общего хорошего качества воспроизведения уровень чистоты MIL-STD-1246C должен быть минимально допустимым. 50A должен быть минимальной целью. Если уровень 50A достигнут, то он должен обеспечивать запас для неопределенности и естественной деградации, которая будет происходить в процессе эксплуатации, но будет смягчена, если при использовании разумных методов поддержания чистоты.

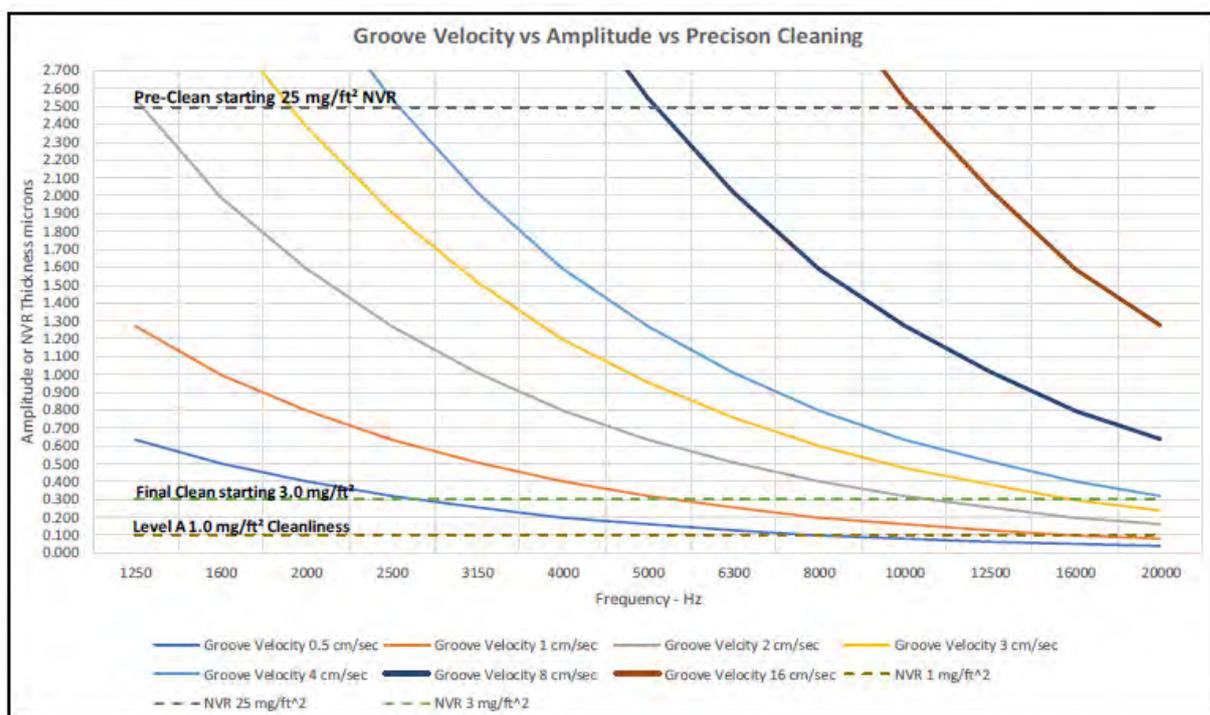


Figure 47 - Groove Velocity vs Amplitude vs Contamination Levels

XI.7 Заключительные размышления: Улучшит ли чистота, превышающая уровень 50A, точность воспроизведения? Как уже говорилось ранее, в зависимости от динамического диапазона пластинки, даже уровень $A = 1 \text{ мг/фут}^2$ ($=0,1 \text{ микрон}$) может оказаться недостаточным, если грязь распределена по пластинке неравномерно. Тем не менее, для наихудшего случая NVR из табл. XVI можно получить $0,33 \text{ мг/фут}^2$ (толщина около $0,04 \text{ микрон}$).

XI.7.1 Из моего собственного опыта следует, что достижение минимального уровня любого остатка может быть полезным. В сухие зимние месяцы было отмечено улучшение качества воспроизведения - лучшая детализация - меньшие искажения. Аналогичное улучшение не было отмечено для моих цифровых источников. Единственной количественной переменной была относительная влажность окружающей среды, которая снизилась с середины 50-х до нижних 30-х/верхних 20-х процентов (увлажнитель не использовался). Согласно ГЛАВЕ VI. СОХРАНЕНИЕ ЧИСТОТЫ: мои тарелка и коврик заземлены, как указано, и у меня не было проблем со статическим электричеством даже при использовании ковра и носков. Пониженная влажность, согласно таблице IX, приведет к образованию более тонкой пленки влаги, но теоретически она будет меньше, чем шероховатость поверхности пластинки, как показано на рис. 48. Однако пленки влаги может быть достаточно только для того, чтобы заполнить шероховатость поверхности.

XI.7.2 Недавние обсуждения на некоторых аудиофорумах и субъективные (на слух) испытания различных концентраций ПАВ для ультразвуковой очистки без ополаскивания (подробности в п. XIV.7) позволяют предположить, что пороговым значением для возникновения слышимого эффекта "может быть" остаток очистителя $>0,03 \text{ мкм}$. В табл. XVIII приведена оценка толщины пленки при различных концентрациях очистителя, если данный объем высушить без ополаскивания. Обратите внимание, что толщина остатка предполагается равномерной по всей пластинке, что может быть, а может и не быть. Все данные, выделенные **красным** цветом, превышают критерии чистоты NVR уровня A. **Желтые** и **оранжевые** данные могут быть на пороге слышимости опытными слушателями.

Table XVIII
Residue Thickness from Cleaner Residue

Cleaner Concentration		Residue Thickness microns after X mL of Cleaner Allowed to Dry on a Record (1 mg/ft ² = 0.1 micron)				
%	mg/L	0.25 mL	0.50 mL	1.00 mL	2.00 mL	3.00 mL
0.005%	50	0.001	0.003	0.005	0.010	0.015
0.01%	100	0.003	0.005	0.010	0.020	0.030
0.02%	200	0.005	0.010	0.020	0.040	0.060
0.03%	300	0.008	0.015	0.030	0.060	0.090
0.04%	400	0.010	0.020	0.040	0.080	0.120
0.08%	800	0.020	0.040	0.080	0.160	0.240
0.120	1200	0.030	0.060	0.120	0.240	0.360
0.240	2400	0.060	0.120	0.240	0.480	0.720
0.480	4800	0.120	0.240	0.480	0.960	1.440

XI.7.3 Есть аудиолюбители, использующие системы с очень высоким разрешением в акустически продуманных помещениях, которые позволяют выявить детали, недостижимые иным способом. Для таких людей наилучший достижимый уровень чистоты может дать акустические преимущества. Некоторые люди обладают очень чувствительным слухом, и для них также может оказаться полезным максимально возможный уровень чистоты. Рассмотрим, что написано на стр. 16 - из учебника UIUC Physics 406 Acoustical Physics of Music ©Professor Steven Errede, Department of Physics, University of Illinois at Urbana-Champaign, Illinois 2002 - 2017. Человеческое ухо – слух, интенсивность звука и уровни громкости (78) "Усредненный по времени, или среднеквадратичный, порог слышимости звука (@ f = 1 КГц) составляет: ~ 2,5x10⁻¹² среднеквадратичных Ватт/м² = 2,5 среднеквадратичных пикоВатт/м². Отдельные люди могут слышать лучше/хуже, чем средний человек, поэтому порог слышимости у разных людей может отличаться в 1/10 или 10 раз!!!".

XI.7.4 Выполнение полной процедуры предварительной/кислотной/окончательной очистки, подробно описанной в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:, или ее эквивалента с предварительной очисткой с помощью вакуума-RCM и последующей ультразвуковой очисткой/промывкой с сушкой под вытяжкой HEPA (или временной зоной, близкой к эквивалентной), должно обеспечить уровень чистоты выше 50A. Энтузиасты аудиотехники уже используют аналогичные процессы с локальной фильтрацией воздуха HEPA; некоторые из них инвестировали многие тысячи долларов, и все они сообщают об исключительных результатах.

XI.7.5 На рис. 48 показана наилучшая возможная чистота, которая может быть достигнута при определенных ограничениях в качестве границ. Самый низкий уровень - это водяная пленка толщиной около 0,003 мкм, которая образуется на воздухе при температуре 55°F по данным таблицы IX. Наилучшим уровнем чистоты является фоновый шум, присущий материалу виниловой пластинки и являющийся функцией шероховатости поверхности материала, который, согласно статье "Теоретическая резка дисков, Хью Финнимор, Studio Sound and Broadcast Engineering, July 1975" (35), имеет эквивалентную амплитуду 0,01 микрона (это лучше, чем #8 Super Mirror Finish/Non-Directional Mirror Finish, используемый для производства/полировки зеркала из нержавеющей стали). Достижение уровня A/2 NVR чистоты 0,5 мг/фут² (эквивалент слоя 0,05 микрон) "должно" принести определенную пользу в снижении уровня фонового шума для бесшумной дорожки, но при этом следует учитывать очень ограниченное количество звуковых частот, которые могут быть затронуты на уровне 0,5 см/с (-6 дБ) и выше. Однако если к номинальному значению NVR, равному 0,5 мг/фут² = 0,05 мкм, применить простое гауссово (нормальное) распределение, то фактическая толщина пленки может реально варьироваться от

0,003 мкм до 0,11 мкм. Существует уровень чистоты A/5 (0,2 мг/фут² = 0,02 мкм), но он гораздо ниже, и теперь вы приближаетесь к шероховатости поверхности пластинки и в основном ниже любой записанной частоты/амплитуды, за исключением немого трека. Можно получить слишком чистую пластинку. Некоторое очень небольшое количество доброкачественных остатков "может" оказаться полезным, поскольку они могут заполнить шероховатость поверхности, обеспечивая более низкий уровень фонового шума.

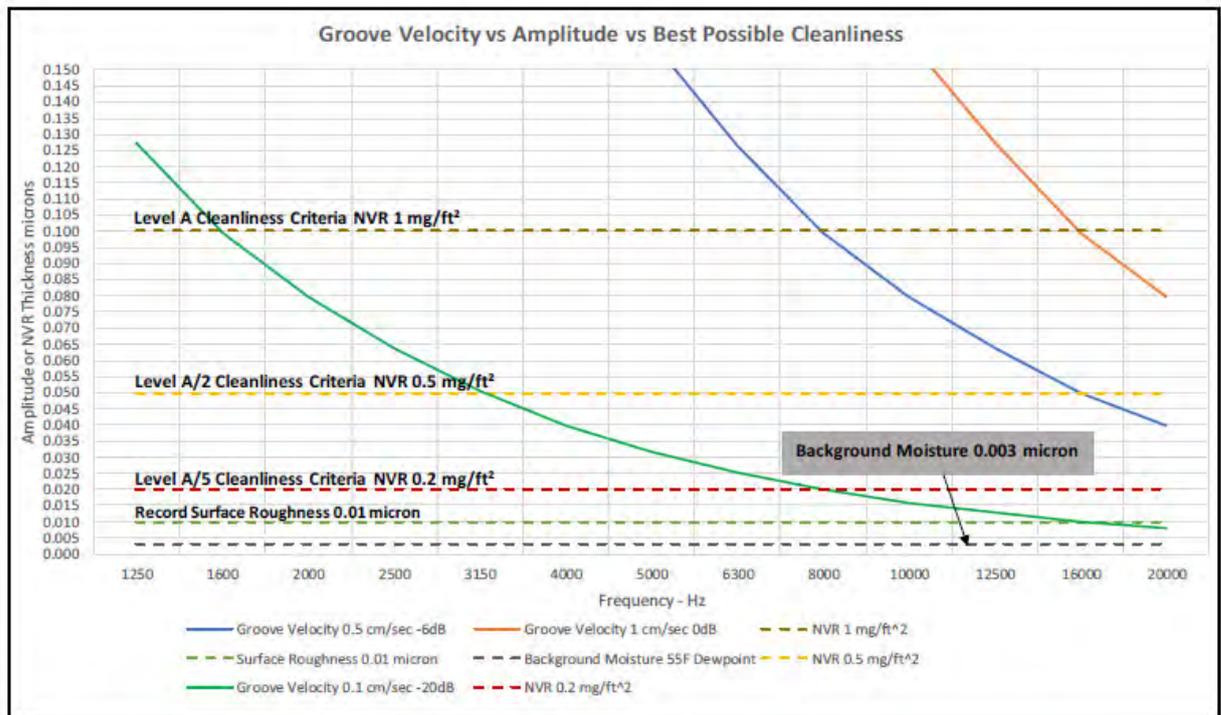


Figure 48 - Groove Velocity vs Amplitude vs Best Possible Cleanliness

XI.7.6 Оговорка: аудиосообщество не привязано к каким-либо заранее установленным критериям чистоты, таким как уровень частиц 50 или уровень NVR A или A/2. как уровень частиц 50 или уровень NVR A или A/2. Они используются только в качестве отраслевых эталонов. Звуковое сообщество может принять любые критерии чистоты, какие пожелает. Но, как заключительная мысль для обоснования прецизионной очистки и достижения высокого уровня чистоты чистоты я возвращаюсь к тому, что было написано в Предисловии: "...по моим наблюдениям, для эффективной очистки виниловой пластинки необходимо для эффективной очистки виниловой пластинки необходим прецизионный процесс очистки, и то, что находится в канавках виниловой пластинки что скрывается в канавках виниловой пластинки, возможно, только сейчас полностью осознано".

ГЛАВА XII. ОБСУЖДЕНИЕ СПОСОБОВ ОЧИСТКИ:

Отказ от ответственности: Микроскопический анализ для проверки приведенной ниже информации не проводился. Процесс очистки, подробно описанный в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: и применяемые химические методы уходят корнями в проверенные процессы прецизионной очистки, такие как MIL-STD-1330D (51). Однако реальное применение указанного в настоящем документе процесса очистки новых и старых/использованных загрязненных/зашумленных записей дало отличные результаты.

- На пластинках, очищенных с помощью данного процесса, нет никаких признаков заметного мусора от стилуса при просмотре в белом и ультрафиолетовом свете. Были отмечены единичные случаи выпадения волокон из атмосферы, но они легко удалялись. Записи, получившие оценку "в целом чистые" (включая новые пластинки), все же выиграли от предварительной очистки, что привело к снижению поверхностного (и общего фонового) шума, а также к улучшению качества звучания. Часто используется сравнение с прозрачностью оконного стекла. В результате предварительной/окончательной очистки на стекле не остается никакой пленки/блеска, как будто стекло было удалено.

- Записи, на которых после чистки, подробно описанной во Втором издании, все еще оставались поверхностные шумы, получили преимущество от нового этапа кислотной чистки или нового этапа замачивания в кислоте, подробно описанного в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ЧИСТКИ:. Как уже говорилось в ГЛАВЕ IV. ИНСПЕКЦИЯ ЗАПИСИ: на некоторых новых пластинках шум исчезает после нескольких проигрываний, что не является редкостью, и, как уже говорилось, первые проигрывания эффективно прижигают поверхность пластинки, удаляя микроскопические заусенцы, оставшиеся после прессования. Однако пластинки, которые после трех (3) чисток - предварительной, кислотной, окончательной и вымачивания в кислоте - все еще имеют остаточный шум или искажения без видимых следов, классифицируются как имеющие неустраняемые физические повреждения. Возможно ли, что остаточный шум может быть вызван глубоко въевшимся мусором, который "может" быть удален с помощью нагретой ультразвуковой очистительной машины, обсуждаемой в ГЛАВЕ XIV. ОБСУЖДЕНИЕ МАШИН УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ:? На данный момент это маловероятно. Включение кислотной химии вручную делает то, что ультразвук может сделать с мощностью.

XII.1 В начале 1990-х годов в результате отказа от хлорфторуглеродных (CFC) растворителей, разрушающих озоновый слой, ВМС США, NASA и многие другие компании разработали процедуры прецизионной водной очистки, в основе которых лежат предварительная очистка, ополаскивание, окончательная очистка, ополаскивание, сушка. Этот процесс лежит в основе процесса очистки компонентов, предусмотренного стандартами MIL-STD-1330D и MIL-STD-1622B (источник: NAVSEA Report on Aqueous Oxygen Cleaning Products and Processes, 1994) (59). Этап предварительной очистки предназначен для обезжиривания с последующим ополаскиванием, а этап окончательной очистки - для удаления в основном невидимых очень тонких пленок (включая те, которые могут быть оставлены средством предварительной очистки) и твердых частиц с последующим окончательным ополаскиванием. Концепция предварительной очистки, окончательной очистки и окончательного ополаскивания лежит в основе некоторых систем очистки пластинок, таких как трио чистящих средств Mobile Fidelity™ - Super Record Wash™, One Cleaning Solution™ и Pure Record Rinse™. Однако есть одна оговорка: виниловая пластинка является достаточно прочным материалом, применимым к процессу предварительной и окончательной очистки. К деликатным материалам, таким как лаковые пластинки или произведения искусства, следует подходить с осторожностью, иначе можно повредить изделие.

XII.2 Защитное устройство для пластинок (VinyStack™ или Groovemaster™), показанное в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: и используемое Библиотекой Конгресса США (42), позволяет

подвергать пластинку воздействию проточной воды, не опасаясь повредить этикетку. Конструкция ручки/кнопки защитных устройств для этикеток пластинок обеспечивает удобство использования и предотвращает воздействие на поверхность пластинки.

ХИ.3 Военно-морские силы США в начале 1990-х годов при разработке своего процесса водно-кислородной очистки по стандарту MIL-STD-1330D пришли к выводу (источник: NAVSEA Report on Aqueous Oxygen Cleaning Products and Processes, 1994) (59), что перемешивание жидкости имеет решающее значение для любого процесса очистки на водной основе, и что для очистки труб требуется минимальная скорость жидкости 3 фута в секунду, а при достижении цели - 6 футов в секунду. Кроме того, для достижения оптимальной эффективности в системах с неровной геометрией требуется промывка в направлении вперед и назад. Движение жидкости мимо резких неровностей будет происходить в основном в обход обратной стороны. ВМС США также установили, что число Рейнольдса для турбулентного потока не является решающим фактором; решающим является сдвигающее усилие, развиваемое скоростью жидкости на очищаемой поверхности. Использование воды, капающей из крана и стекающей по поверхности пластинки при первом ополаскивании для удаления рыхлого мусора, втором ополаскивании для удаления предварительного очистителя и его остатков, третьем ополаскивании для удаления кислотного очистителя и его остатков и четвертом ополаскивании для удаления окончательного очистителя и его остатков должно приближаться к эквивалентной силе сдвига. Это позволит промывочной воде с помощью щетки Record Doctor™ Clean Sweep Brush проникнуть в канавки пластинки и удалить/вымыть чистящие растворы, мусор, образовавшийся в результате действия чистящих растворов, и, наконец, все оставшиеся мелкие разрыхленные частицы.

ХИ.4 Щетка Record Doctor™ Clean Sweep Brush со скоплениями нейлоновых щетинок шириной 0,05 миллиметра (0,002 дюйма) (всего 260 000 щетинок) или нейлоновая щетка для пластинок OSAGE™ с нейлоновыми щетинками шириной 0,004 дюйма не должна глубоко проникать в канавку пластинки. Кроме того, нейлон впитывает воду и размягчается в процессе использования (но после высыхания возвращает свои первоначальные свойства). Кроме того, ширина щетины практически равна ширине верхней части канавки пластинки и в сочетании с низким поверхностным натяжением чистящих растворов Alconox™ Liquinox™, Alconox™ Citranox™ и Dow™ Tergitol™ образует гидравлический клин, который проталкивает чистящее средство глубоко в канавку. При движении щетки взад-вперед происходит перемешивание жидкости (сочетание сдвигающей силы и кавитации), необходимое для глубокого очищения канавки. Но поскольку новая щетка Record Doctor™ Clean Sweep Brush (или OSAGE™) не проникает глубоко в канавку, риск повреждения пластинки очень мал. Кроме того, использование нейлоновой щетки в "мокрое" виде снижает уровень статического электричества, которое могло бы возникнуть при использовании "сухого" материала из-за сильного трибоэлектрического эффекта (см. рис. 29), возникающего между положительно заряженным нейлоном и отрицательно заряженной пластинкой. Обратите внимание, что у щетки, которая использовалась "всухую", со временем могут появиться нейлоновые щетинки с долотообразным или эллиптическим кончиком, которые могут глубоко проникнуть в канавку.

ХИ.5 Другие детали щетки: Щетка Osage™ и один из вариантов щетки Stasis™ имеют белую нейлоновую щетину. Белая щетина - это естественный цвет нейлона. Черный цвет получается при добавлении перманентного пигмента. По эксплуатационным характеристикам разницы нет. Кроме того, компания Stasis™ предлагает кисть для записей со щетиной, суженной до 10 микрон. При толщине щетины 10 микрон эта кисть глубоко проникает в канавку. Для некоторых зубных щеток рекламируются тонкие конические щетинки. Проблема с тонкой конической щетиной заключается в том, насколько прочной она будет и будет ли полезной для глубокого проникновения в канавку? Если щетина слишком мягкая, то она не будет так хорошо перемещать жидкость, а ведь именно химический состав жидкости и ее движение выполняют основную часть

работы по очистке. Если щетина слишком жесткая, то наконечники затвердевают, и кусочки оказываются в канавке. Поэтому пока не ясно, будет ли 10-микронная коническая щетина полезной и прослужит ли она так же долго, как нынешняя 50-микронная.

XII.6 Двухэтапная заключительная промывка, при которой сначала используется водопроводная вода для удаления чистящего раствора Dow™ Tergitol™ NID, а затем очищенная (дистиллированная/деминерализованная) вода для удаления водопроводной воды, имитирует этапы, используемые во многих процессах прецизионной водной очистки с помощью консоли, аналогичной рис. 49. После окончательной очистки химическими средствами обычно используется двухступенчатая каскадная (фильтрованная и деминерализованная) промывка в двух резервуарах. В первом резервуаре (часто ультразвуковом) используется очищенная вода для удаления остатков очистителя, а во втором (каскадном) - чистая вода для удаления очищенной воды и любых загрязнений и достижения окончательной чистоты без остатков. Таким образом, в зависимости от требуемого уровня чистоты первая заключительная промывка, как правило, на одну ступень менее качественная, чем вторая заключительная промывка.

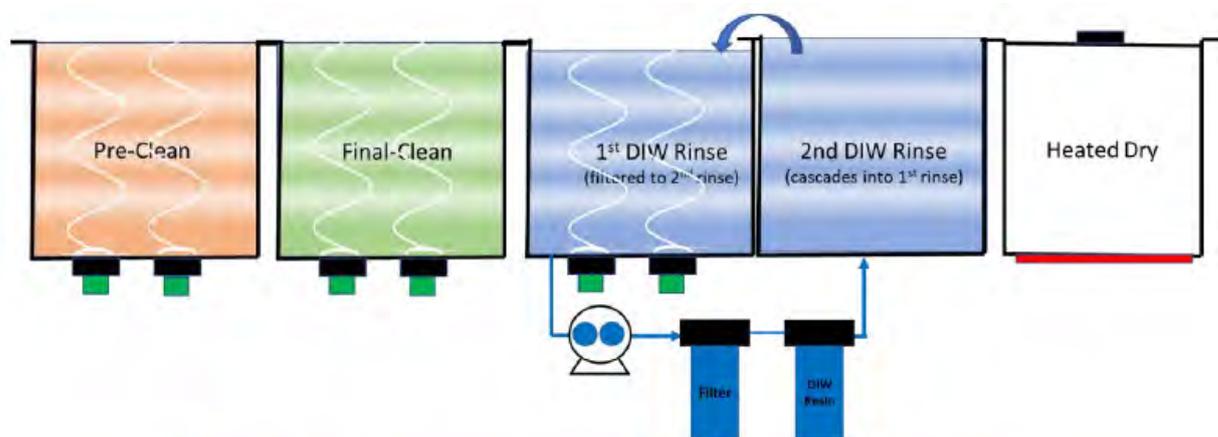


Figure 49 - Industrial Precision Ultrasonic Cleaning Console

XII.7 Ополаскивание имеет решающее значение, как и отсутствие физического воздействия на очищаемый предмет. Без использования защитного устройства для пластинок с ручкой/кнопкой и четырех (4) этапов ополаскивания, описанных в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:, вероятность достижения уровня чистоты частиц 50 мала. В работе "Рудиментарная очистка по сравнению с уровнем 300A" Christina Y. Piña Arpin, Joel Stoltzfus, 2012 (15) показано, как очень простой процесс очистки (менее строгий, чем ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ:) позволил достичь уровня чистоты NVR A. Однако очистка, требующая от оператора держать в руках очищаемый предмет (включая алюминиевый диск размером 6" x 6" x 0.25" алюминиевый диск), едва удалось достичь уровня чистоты NASA 300 (0 частиц > 300 мкм; 3 частицы от 250 до 300 мкм; 93 частицы от 100 до 250 мкм; и нет ограничений на частицы < 100 мкм; заиливание не допускается). Отсюда следует вывод: удалить органические загрязнения легко, а вот удалить частицы - сложная задача.

XII.8 Как уже указывалось в п. VI.12, существует целая наука, посвященная удалению частиц с поверхностей. Обобщая, можно сказать, что чем меньше частица, тем труднее ее удалить с поверхности, и, следовательно, попытка достичь чистоты частиц на уровне 50 не является простой. В статье Адгезия и удаление мелких частиц на поверхностях, Aerosol Science and Technology, M. V. Ranade, 1987 (46) показано, что для частиц оксида алюминия сила (ускорение), необходимая для удаления 10-микронной частицы, составляет $4,5 \times 10^4$ гс, 1-микронной - $4,5 \times 10^6$ гс и 0,1-микронной - $4,5 \times 10^8$ гс. Простая щетка или салфетка не достанет мельчайшие частицы/мусор, которые могут "спрятаться" в долинах между гребнями боковых стенок канавки. При протекании

жидкости по поверхности образуется пограничный слой, который в зависимости от толщины (до 5 мкм), по сути, экранирует любые частицы, находящиеся в нем. Поэтому перемешивание, о котором говорилось выше, имеет решающее значение для уменьшения пограничного слоя, чтобы поверхность с ее частицами оказалась под воздействием очищающей жидкости и скорости жидкости (силы сдвига), которая может их удалить. Частицы, которые не удаляются, могут быть удалены с помощью кислоты.

XII.9 NVR очистителя, скорее всего, будет больше, чем NVR, удаляемый с пластинки, поэтому смывание очистителя имеет решающее значение. Поверхностно-активные вещества (липофильный хвост), по сути, связываются с поверхностью виниловой пластинки, поэтому при отсутствии эффективной промывки водой некоторое количество ПАВ (невидимое невооруженным глазом), скорее всего, останется, как указано в табл. XVIII и будет рассмотрено в параграфе XII.10. Обычное испытание на разрыв водой, о котором шла речь в ГЛАВЕ VIII. Обсуждение предварительных очистителей: не применим к пластинке, поскольку критическое поверхностное натяжение пластинки, как показано на рис. 36, меньше, чем у воды. Тонкая пленка поверхностно-активного вещества, имеющая маслорубивый хвост вниз и водолубивый верх, может привести к образованию пленки/смачиванию. Таким образом, при окончательной промывке пластинки спреем DIW должны наблюдаться водяные бисеринки, как показано на рис. 23, но это может указывать только на поверхность пластинки, а не на то, что находится в канавке. Если после пластинки осталось чрезмерное количество NVR, то, как показано в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ: это может проявляться в притуплении звука пластинки или скоплении "мусора" на игле/стилусе картриджа.

XII.10 Чтобы подчеркнуть способность поверхностно-активных веществ сцепляться с поверхностями, приведем следующие примеры. Урок заключается в том, что следует избегать чрезмерных концентраций чистящих средств - слишком большое их количество принесет больше вреда, чем недостаточное.

XII.10.1 Во время внедрения стандарта MIL-STD-1330D один из производителей столкнулся с частыми отказами на этапе окончательной очистки. Для окончательной очистки использовался прозрачный, щелочной, непенящийся раствор, отфильтрованный до 0,5 мкм (абсолютный), для чего в рамках проверки чистоты отбиралась проба и проверялась на наличие пены. Если конечный очиститель вспенивался, это свидетельствовало о том, что этап ополаскивания после предварительной очистки не был успешным, и предварительный очиститель переносился на этап окончательной очистки, загрязняя конечный очиститель. Этап окончательной очистки предназначался только для удаления очень мелких частиц и тонких непенящихся пленок на минеральной основе. На этапе предварительной очистки использовалось коммерческое чистящее средство, разбавленное в соответствии с инструкцией производителя до 10% (10:1), после чего проводилось ультразвуковое ополаскивание очищенной водой. Для того, чтобы окончательная очистка прошла без пенообразования, разбавление средства предварительной очистки необходимо было изменить до 2% (50:1).

XII.10.2 В презентации BASF™ "Совместимость неионных ПАВ с мембранными материалами и эффективность их очистки", д-р Аренд Дж. Кингма, Sepawa Nordic 2014, различные неионные ПАВ использовались для очистки небольших кремниевых пластин или стеклянных пластин, покрытых полиэфирсульфоном и полиамидом-12 (нейлон), для проверки на наличие остатков. Каждая пластина погружалась на 10 минут в 0,025%-ный (250 ppm) раствор ПАВ, ополаскивалась водой и высушивалась. Хотя это и не оговаривалось, хрупкость пластин могла бы предотвратить агрессивный этап промывки. Испытания должны были показать, что мембранные фильтры можно очищать неионогенными ПАВ, не оставляя чрезмерных остатков.

ХИ.10.2.a Большинство неионогенных ПАВ, таких как Dow™ Triton™ X100, оставляют равномерный остаток около 0,1 мг/фут². BASF™ DEHYPON® LS 54 был протестирован с нейлоном, и толщина остатка составила 0,15 мг/фут². Однако некоторые низкопенящиеся неионогенные ПАВ (не рекомендованные к применению в данном документе), плохо растворимые в воде, показали уровень остатков в 5 раз выше, что соответствует 0,5 мг/фут² (толщина 0,05 микрон). В данном случае речь идет о составах, использующих противовспенивающие агенты, такие как нерастворимый Dow™ Tergitol™ 15-S-3, которые, скорее всего, оставляют остатки, которые могут быть слышны.

ХИ.10.2.b Следует отметить, что полиэфирсульфон и полиамид-12 гидрофильны и впитывают воду, поэтому некоторая исходная масса могла быть связана с влагой. Кроме того, при промывке концентрация 0,025% была бы выгодна тем ПАВ, которые имеют более высокую ККМ, например, Dow™ Triton™ X100 с ККМ 189 промилле использовался бы при ККМ <2X, а BASF™ DEHYPON® LS 54 с ККМ 10 промилле использовался бы при ККМ 25X.

ХИ.11 Процесс сушки с использованием сначала безворсовой губки из ПВА, а затем очень тонкой/мягкой антистатической салфетки из микрофибры Kinetronics™ предназначен в основном для отвода влаги с поверхности. Как и процесс ополаскивания, он состоит из двух этапов: сначала удаляется объемная влага с помощью безворсовой губки PVA с высокой впитывающей способностью, а затем насухо вытирается тонкой антистатической тканью без ворса. Оставляя на пластинке очень тонкую влажную пленку, вы предотвращаете появление статического заряда. В целом, время сушки сокращается до нескольких минут, а поскольку сушка производится с очень небольшим давлением, материал не должен проникать в канавку, что сводит к минимуму отложение мелких частиц и возможность повреждения пластинки.

ХИ.12 Последние несколько минут сушки в среде неподвижного воздуха сводят к минимуму попадание на пластинку мелких ворсинок/частиц или летучих органических веществ окружающей среды. Использование сушки принудительным воздухом без фильтрации HEPA чревато загрязнением поверхности пластинки/пазов ворсом и твердыми частицами.

ХИ.13 Проверка реальности: Обзор MIL-HDBK-407 (49) показывает, что уровень фонового загрязнения в коммерческой или остаточной среде, а также уровень загрязнения, производимого человеком, может быть меньше, чем канавка пластинки, подробно описанной в ГЛАВЕ I. ЗАДАЧИ ОЧИСТКИ ВИНИЛОВЫХ ЗАПИСЕЙ:. Попытка достичь уровня чистоты частиц 50 по таблице XV даже в самом базовом чистом помещении класса 100 000 по стандарту Fed-Std-209 (24) (100 000 частиц >0,5 микрон/фут³ воздуха и 700 частиц >5 микрон/фут³) может оказаться непростой задачей, не говоря уже о неконтролируемой коммерческой или жилой среде. Однако крупные частицы оседают/выпадают из воздуха экспоненциально быстрее, чем мелкие. Когда пластинка вращается, она создает свой собственный воздушный поток, который должен "защитить" пластинку от попадания всех частиц, кроме самых крупных. Перефразируя статью - Осаждение частиц в воздухе в чистых помещениях: Взаимосвязь между скоростью осаждения и концентрацией в воздухе (82)"... скорость оседания частиц, скорость накопления на поверхности пропорциональна концентрации в воздухе, которая зависит от размера частиц, времени воздействия и ориентации поверхности относительно воздушного потока. Поверхности, параллельные среднему направлению потока и расположенные под прямым углом к силе тяжести, обеспечивают наименьшее накопление частиц". На рис. 4 статьи показано, что скорость осаждения очень мелких частиц <5 мкм очень медленная, а крупных частиц >25 мкм - гораздо быстрее. Размещать поворотный стол под воздушным регистром нецелесообразно.

ХИ.14 Однако, процесс очистки в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: выполняется в основном мокрым способом с обильным использованием проточной воды. Во время влажной уборки пластинка, по сути, защищена от воздействия окружающей среды. Только в процессе

окончательной сушки пластинка подвергается риску, и ее вертикальное положение в течение ограниченного времени сушки сводит к минимуму риск попадания загрязняющих веществ из воздуха. Кроме того, если локальная область, где производится очистка пластинки, очищена от видимых частиц до уровня визуальной чистоты VS+UV, то можно создать временную чистую зону. Добавление комнатного или настольного HEPA-фильтра, как описано в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: должно поддерживать фоновое загрязнение воздуха на низком уровне. Сочетание этих элементов с процессом уборки, который, вероятно, выполняется на кухне жилого дома, состоящей в основном из твердых, не падающих поверхностей, позволяет достичь начального уровня чистоты 50A по таблице XV.

XII.15 Стоимость: Процесс ручной очистки, подробно описанный в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: имеет очень низкую стоимость, при этом стоимость растворов очистителя и дистиллированной воды составляет менее 0,05 долл. на одну запись. На одну запись расходуется очень мало чистящего средства.

XII.15.1 Из одной кварты Alconox™ Liquinox™ в концентрации 1% можно приготовить около 100 литров раствора и использовать всего около 50 мл на одну запись для очистки 2 000 записей.

XII.15.2 Из одной кварты Alconox™ Citranox™ в концентрации 1,5% можно приготовить около 64 литров раствора и использовать всего около 50 мл на одну запись для очистки 1280 записей.

XII.15.3 Одна пинта Dow™ Tergitol™ 15-S-9 в концентрации 0,1% позволяет приготовить около 500 л раствора, а использование всего 50 мл на одну пластинку позволяет очистить 10 000 пластинок.

XII.15.4 На одну пластинку расходуется очень мало дистиллированной воды.

XII.15.5 Губка из ПВА и сушильные салфетки используются только для удаления дистиллированной воды, поэтому мыть их не нужно. Губку просто выжимают и хранят во влажном состоянии, а салфетку (салфетки) просто развешивают для просушки и встряхивают перед использованием. Губки из ПВА хватает примерно на 6-12 месяцев, а салфетки Kinetronics™ Tiger Cloth - на много лет.

XII.15.6 Остальное оборудование, такое как RLP, кисти и баллончики, не подвержено заметному износу. При использовании одноразовых нитриловых перчаток, которые могут стоить около 0,20 долл. за штуку, они будут самой дорогой статьёй расходов. Если купить перчатки следующего размера, то их можно использовать многократно.

XII.16 В заключительных главах этой книги будут рассмотрены машинные методы очистки: вакуумные машины для очистки пластинок (RCM) и ультразвуковые машины для очистки (UCM). Важно учитывать, что машины обычно разрабатываются по двум основным причинам - для сокращения трудозатрат и повышения эффективности процесса. Эффективность процесса может означать более высокую скорость (более высокую пропускную способность) и/или более высокую вероятность достижения качества или достижения качества, которое не может быть достигнуто ручным трудом. Ручная чистка в соответствующих условиях с соответствующим контролем может обеспечить впечатляющий уровень чистоты, но трудозатраты, навыки, время и вероятность успеха обычно делают ее нецелесообразной для производственных условий. Но для любителя домашнего аудио, в зависимости от его внимания к деталям, применение машинной очистки может дать или не дать более чистую запись. Однако простота использования и удобство, обеспечиваемые машинами, могут быть очень привлекательными, и от них нельзя отказаться.

ГЛАВА XIII. ОБСУЖДЕНИЕ ВАКУУМНЫХ МАШИН ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЛАСТИНОК:

Одним из видов машинной очистки виниловых пластинок, который используется уже несколько десятилетий, является вакуумная машина для очистки пластинок (RCM). Существует целый ряд автономных вакуумных чистящих машин, предлагаемых многими производителями, такими как Record Doctor™, VPI™ (см. рис. 50), Clearaudio™, Nessie Vinylmaster®, Nitty Gritty™, Keith-Monks™ (см. рис. 51) и Loricraft™, стоимость которых варьируется от 200 до более 4000 долларов США при широком диапазоне конструкций и возможностей. В табл. XIX представлены некоторые основные конструктивные особенности вакуумных ЦСМ, стоимость которых пропорциональна предоставляемым возможностям. Существуют более дешевые вакуумные пылесосы, которые представляют собой крепление для пластинки с установленной сверху вакуумной приемной трубкой, которая подключается к отдельному автономному пылесосу для влажной/сухой уборки, например, Squeaky Clean - Squeaky Clean Vinyl Record Care и VinylBug - VinylBug Vinyl Record Vacuum Cleaning Machine.

Table XIX
Self-Contained Vacuum-RCM Features

Feature	Variations	Notes
Vacuum Location	Bottom	Nitty Gritty™ & Record Doctor™ are examples of this design. They tend to be physically compact less than the dimensions of the record and inherently simple. Cleaning solution and rinse water cannot be sequentially applied while vacuuming. Some Nitty Gritty™ users report cleaning the record off the unit and then using it to dry the record.
	Top	Clearaudio™, VPI™, Keith Monks™ & Loricraft™ are examples of this design. Their dimensions are similar to that of the record. They have the benefit that cleaning solution and rinse water can be manually applied sequentially while vacuuming.
	Top & Bottom	Clearaudio™ Double Matrix Professional Sonic is an example of this type design where vacuum is applied both top and bottom.
Air Vacuum Source	Blower	Clearaudio™, Nitty Gritty™, Record Doctor™ & the VPI™ MW-1 Cyclone shown Figure 50 are examples. Blower designs will vacuum across the entire radius of the record. This design uses lots of air flow with very little vacuum (a few inches of water). The use of a blower is the most common and are the noisiest. Some units such as the VPI™ are legendary for their service life with many exceeding 20-years.
	Pump	Keith Monks™ & Loricraft™ are examples of this design shown Figure 51 . A groove point-nozzle is used with a vacuum pump. The vacuum pump draws much less air than a blower but draws a relatively low vacuum of about 20" Hg. These designs are therefore much quieter and generally more expensive than blower designs.
Method of Rotation	Manual	Nitty Gritty™ & Record Doctor™ are examples of this design. This design is the least expensive.

Feature	Variations	Notes
	Motorized	Clearaudio™, VPI™, Keith Monks™ & Loricraft™ are all examples of this design. A motor is used to rotate the record and higher cost units will have a reversible function to improve cleaning example shown Figure 50 . The Keith Monks™ & Loricraft™ units with the point-source vacuum nozzle spin at a faster speed than those with the blower vacuum source and users report they cannot soak a record without fluid flinging off the record.
Cleaning	Manual	Clearaudio™, Nitty Gritty™, Record Doctor™ & VPI™ are examples. The user applies cleaner and rinse water manually.
	Semi-Auto	Clearaudio™, Keith Monks™ & Loricraft™ are examples. The unit has a semi-auto cleaner dispensing system. Depending on platter speed, the user may or may not have much opportunity to manually work the fluid while it is rotating.
	Fully Auto	Clearaudio™ Double Matrix Professional Sonic is an example of this type. The user mounts the record and the unit will clean and dry automatically without any further user interaction.



Figure 50 - VPI™ MW-1 Cyclone Vacuum-RCM
(image by permission of VPI™)



Figure 51 – Keith Monks™ Vacuum-RCM
(image by permission of The Vinyl Press™)

Отказ от ответственности: я не являюсь владельцем вакуумного RCM, и поэтому сравнение эффективности ручного процесса очистки ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: и вакуумного-RCM не проводилось. Однако со времени выхода первого издания этой статьи я помог нескольким людям, использующим вакуумные RCM, успешно применять Alconox™ Liquinox™ в качестве предварительного очистителя и Dow™ Tergitol™ 15-S-9 или BASF™ DENYPON® LS 54 в качестве окончательного очистителя; полученные уроки обсуждаются в настоящем документе.

Следует иметь в виду, что некоторые производители вакуумных RCM могут аннулировать гарантию в случае использования не одобренной ими химии, и это должно быть четко указано в их литературе. Формулы, рассматриваемые в этой главе, не должны быть вредны для вакуумных RCM и использовались с устройствами Loricraft™ и VPI™. Однако некоторые специализированные устройства могут быть очень чувствительны к любой пене, и в этом случае следует использовать чистящее средство, поставляемое производителем.

XIII.1 Ключевое различие между процедурой ручной очистки ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: и вакуумной ОЧИСТКОЙ заключается в разнице в концентрации/объеме чистящего средства и объеме промывочной воды, которую можно использовать. Процедура ручной очистки, описанная в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: практически не имеет ограничений. Излишки чистящего средства просто стекают в раковину, а для первоначального ополаскивания имеется практически бесконечный источник водопроводной воды. В отличие от них вакуумные RCM имеют ограничения по количеству наносимого чистящего средства и промывочной воды, в противном случае устройство может быть залито водой и повреждено. Кроме того, из-за ограничений по количеству промывочной воды для контроля пенообразования и повышения эффективности промывки предпочтительнее использовать более низкие концентрации чистящего средства.

XIII.2 Существует множество средств для вакуумной-RCM очистки, рекламируемых, по сути, как средства предварительной очистки, и есть сообщения о превосходных результатах использования вакуумной-RCM. Я не даю никаких оценок и отсылаю читателей к производителям и различным аудиофорумам за лучшими практиками и рекомендациями. Вакуумные РЦМ, обеспечивающие прямое и обратное вращение, дадут наилучшие результаты по тем же причинам, которые были рассмотрены в ГЛАВЕ XI. ДИСКУССИЯ КРИТЕРИЕВ ОЧИСТКИ: для промывки в прямом и обратном направлениях. Некоторые производители предлагают использовать ферменты для предварительной очистки, преимущество которых состоит в том, что они способны растворять загрязнения простым замачиванием в небольшом объеме, в то время как поверхностно-активные вещества лучше всего работают при сильном увлажнении и перемешивании.

XIII.3 При использовании вакуумной щетки для предварительной очистки, а также при использовании одной и той же щетки для предварительной и окончательной очистки, промывайте щетку для записи отдельно перед любым последующим этапом, чтобы убедиться, что средство для предварительной очистки не попало на щетку. В этом случае можно сначала ополоснуть щетку водопроводной водой, чтобы удалить очиститель, а затем быстро распылить DIW или окунуть в чашу, наполненную DIW.

Не используйте кислоты при работе с вакуумными щетками. В воздушодувках и вакуумных насосах используются металлы, которые могут подвергаться коррозии и повреждаться кислотами.

XIII.4 Следующий процесс предварительной очистки/ополаскивания/окончательной очистки/ополаскивания/сушки с использованием химического состава Alconox™ Liquinox™, Dow™ Tergitol™ 15-S-9, BASF™ DEHYPON® LS 54 или ILFORD™ ILFOTOL™ (см. параграф IX.6) успешно применяется специалистами с вакуумными RCM, такими как модели VPI™ и Loricraft™ PRC-4. Для пластинок, которые не являются исключительно грязными, процесс предварительной очистки можно исключить. Этот процесс аналогичен процессу, описанному в ГЛАВЕ V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: за исключением того, что в нем используется вакуумная RCM и снижается концентрация очистителя и NID для минимизации пены и повышения эффективности ополаскивания.

XIII.4.1 Предварительная очистка особо загрязненных пластинок с помощью Alconox™ Liquinox™ в концентрации 0,5% (5 мл/л) - пропылесосить, но не высушивать полностью. В зависимости от состояния пластинки может потребоваться два этапа предварительной очистки. Хотя Alconox™ Liquinox™ вспенивается, большая часть пены собирается на щетке, как показано на рис. 17.

XIII.4.2 Промыть предварительную очистку с помощью DIW - пропылесосить, но не высушивать полностью.

XIII.4.3 Окончательная очистка с помощью Dow™ Tergitol 15-S-9 в концентрации 0,05% (0,5 мл/л) или BASF™ DEHYPON® LS 54 в концентрации 0,025% (0,25 мл/л)- пропылесосить и не доводить до полного высыхания. При этом останется некоторое количество пены, как показано на рис. 21, но большая часть пены будет находиться в кисти.

XIII.4.4 Промыть финишный очиститель средством DIW - пропылесосить и полностью высушить. При сушке старайтесь не сушить слишком долго, это может привести к образованию статического электричества.

XIII.5 Возможная концепция вакуумного RCM заключается в разработке защитного устройства для этикеток пластинок, например, Groovemaster™, которое могло бы соединяться с вакуумным RCM с помощью магнитной муфты (и шестигранного вала для предотвращения вращательного

скольжения), что позволило бы перемещать пластинку с указанной процедуры ручной очистки
 ГЛАВА V. ПРОЦЕСС РУЧНОЙ ОЧИСТКИ: непосредственно в вакуумный RCM для сушки.

XIII.6 И последнее, что хотелось бы сказать по поводу вакуумного RCM - это сушка. Как уже говорилось ранее в ГЛАВЕ XI. ОБСУЖДЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ЧИСТОТЫ: в обычной жилой среде содержатся тысячи невидимых мелких частиц на кубический фут воздуха. Ультрафиолетовый осветитель, указанный в таблице I, если бы он был приобретен, показал бы поразительное количество частиц на всех поверхностях. Высокая скорость воздуха, используемая в конструкциях воздуходувок в процессе сушки, втягивает нефльтрованный воздух через поверхность пластинки. Вакуумные щетки/пады для влажной уборки должны собирать большую часть частиц, находящихся в воздухе. Но если пылесос (пылесосы) не был полностью промыт и невидимые частицы собраны остатками ПАВ, то, по сути, образуется осадок. В качестве идеи для вакуумных пылесосов с крышкой, таких как модели VPI™ (пример рис. 50), можно модифицировать крышку и установить сменный фильтр тонкой очистки воздуха, например, 3M® Filtrete™ Healthy Living Air Filters (рейтинги MERV от 12 до 14), который имеет размеры 12 x 12". Большая площадь фильтра минимизирует перепад давления, что позволяет быстро высушить помещение (при закрытой крышке) отфильтрованным воздухом, предотвращая втягивание и оседание в воздухе ворса и твердых частиц. Воздушные фильтры с минимальными значениями эффективности (MERVs) будут иметь характеристики, указанные в таблице XX, полученной от Агентства по охране окружающей среды (EPA) (19).

Table XX
Air Filter Ratings

MERV Rating	Average Particle Size Microns	Filter Efficiency
1-4	3.0 - 10.0	Less than 20%
6	3.0 - 10.0	49.9%
8	3.0 - 10.0	84.9%
10	1.0 - 3.0	50% to 64.9%
	3.0 - 10.0	85% or greater
12	1.0 - 3.0	80% to 89.9%
	3.0 - 10.0	90% or greater
14	0.3 - 1.0	75% to 84%
	1.0 - 3.0	90% or greater
16	0.3 - 1.0	75% or greater

NOTE: High efficiency particulate air [filter] - HEPA; is a type of pleated mechanical air filter. As officially defined by the U.S. Dept. of Energy, this type of air filter can theoretically remove at least 99.97% of dust, pollen, mold, bacteria, and any airborne particles with a size of 0.3 microns (µm).