

# ТЕХНОЛОГИЯ ХОЛОДНОГО РЕСАЙКЛИНГА СПОСОБНА БЫСТРЕЕ, ДЕШЕВЛЕ И БОЛЬШЕ РЕМОНТИРОВАТЬ ПОКРЫТИЙ НА ДОРОГАХ РОССИИ

Костельов М. П., к.т.н.,  
главный технолог ЗАО «ВАД»  
(Санкт-Петербург)

**Накопившийся за многие годы так называемый «недоремонт» существующей сети российских автомобильных дорог пагубно отразился на сегодняшнем состоянии их покрытий и условиях движения транспорта**

Правда, после объявленных недавно приоритетов в выделении средств на ремонтные работы эта ситуация стала несколько выправляться на федеральных дорогах магистрального направления и на столичных улицах и проспектах. Хуже, если не сказать совсем плохо, обстоят дела на дорогах территориального подчинения, особенно на чрезмерно удаленных от административных центров.

Причина такого незавидного и унижительного поло-

жения национальных автомобильных артерий всем хорошо и давно известна – в бюджетах страны и субъектов федерации нет в достатке средств на эти цели и работы. А пока объемы «умирающих» дорог с просроченными сроками службы и низким качеством покрытий продолжают превышать объемы ремонтируемых.

В преддверии уже начавшегося тысячелетия многие страны, в том числе развитые и богатые, тоже стояли перед подобной кризисной проблемой недостаточного финансирования планов и работ по восстановлению и модернизации состарившихся дорожных сетей. Нужны были новые рентабельные методы реанимации этих сетей, которые явились бы альтернативой прежнему материалоемким и достаточно дорогостоящим технологиям.

Одной из таких альтернатив стал метод терморегенерации или термофрезерного восстановления утраченных в процессе эксплуатации свойств и качеств асфальтобетонного покрытия. Экономическая привлекательность и плодотворность этой технологии состояла в том, что имеющийся в дороге материал использовался повторно. Поэтому отпадала нужда вывозить с дороги удаляемый старый и привозить новый асфальтобетон. Однако этот горячий метод себя не оправдал из-за быстрого старения битума и низкой долговечности восстанавливаемых покрытий (разрушения начинались через 2-3 года).

Исправно отслуживший свое время в различных технологических вариациях (remix, remix plus, repave и др.) и постепенно отходящий от

серьезного использования термофрезерный способ стал постепенно вытесняться методом холодного фрезерного удаления дефектных и изношенных покрытий с заменой снятого асфальтобетона на привозной новый («свежий»).

Этот метод со временем стал технологическим приоритетом для дорожников большинства стран мира, несмотря на очевидность его затратного характера и отступление от главного принципа горячей регенерации – безотходности и экономичности.

Нужно было опять искать и разрабатывать другие альтернативные решения. Так около 12-13 лет назад появилась привлекательная и перспективная технология холодного ресайклинга дорожных одежд на месте или прямо на дороге (cold deep in-place recycling). Она получила мировое признание за свой возврат к главным идеям терморегенерации, но на более высоком качественном уровне конечного результата, и в первую очередь относительно долговечности или сроков службы восстанавливаемых по этой технологии дорожных одежд с асфальтобетонными покрытиями.

Невзирая на свою относительную молодость, география и объемы практического использования холодного ресайклинга стали постепенно расширяться, особенно после появления и насыщения рынка специальными машинами фирм Wirtgen, Германия (рис. 1), Caterpillar, США (рис. 2), Bomag, Германия (рис. 7) и других. Есть основания полагать, что пик популярности и производственных ус-



Рис. 1. Ресайклер WR2500 фирмы Wirtgen (Германия) в работе



пехов, в том числе в России, у холодного ресайклинга еще впереди.

Долгое время в СССР (Россия и СНГ) наиболее распространенным способом восстановления и повышения прочностных и эксплуатационных показателей дефектных и изношенных дорожных одежд было устройство дополнительного слоя усиления (4-5 см) поверх подготовленного ямочным ремонтом старого покрытия. Порочность его состояла в том, что через сравнительно небольшое время во вновь уложенном слое копировались дефекты старого покрытия, особенно так называемые отраженные трещины. Предварительная укладка над старыми трещинами специальных геосинтетических сеток несколько отодвигала срок их появления, но не исключала вовсе.

Технология горячей регенерации продолжительное время также была на вооружении некоторых крупных российских подрядчиков, прежде всего в больших городах и на магистральных дорогах. Из-за дороговизны комплекта машин для технологии, к примеру, гетих средние и мелкие дорожные подразделения были лишены возможности приобрести этот комплект и загружать его надлежащим объемом работ. Поэтому необходимый ремонт и реконструкция покрытий производились в основном по первому, порочному способу.

Правда, с появлением и более широкой доступностью средних и крупных менее дорогих, чем ремиксеры, холодных фрез фактически все подрядчики, в том числе выполняющие ямочный ремонт, перешли на повсеместно и широко теперь применяемый в России метод за-

мещения изношенного асфальтобетона, удаляемого этими холодными фрезами, на новый из свежей смеси. Такой затратный способ преобладает сейчас на капитальном ремонте покрытий большинства федеральных и территориальных дорог.

Технология холодного ресайклинга тоже пробивает себе дорогу на российские дорожные объекты, но не так быстро, как того она заслуживает. Имеющиеся единичные экземпляры холодных ресайклеров в Архангельской, Самарской, Свердловской, Кемеровской областях, Подмосковье и Западной Сибири не могут пока влиять на общую ситуацию.

Если учесть объемы накопившегося недоремонта, следует признать, что этот метод внедряется у нас вяло и как-то нехотя. То ли нет команды «сверху», как в прежние времена, то ли российские специалисты не до конца еще разобрались в сути, возможностях и экономических достоинствах этой новой технологии, то ли наши дорожные подрядчики-бизнесмены насчитали не слишком большую прибыль для своих фирм от ее внедрения.

А суть этой новой для российской дорожной отрасли технологии состоит в том, что для повторного или дальнейшего использования лежащего в дороге, состарившегося и разрушенного материала изношенной и дефектной дорожной одежды (рис. 3) необходимо определенное его укрепление (стабилизация) комплексными добавками органических (горячий битум, вспененный битум, битумная эмульсия) и минеральных (в основном цемент, реже известь) вяжущих. Для этого и создан холодный ресайклер, который способен своим мощным фрезерным барабаном из-



Рис. 2. Машина RM-350B фирмы Caterpillar для холодной регенерации и стабилизации дорожного покрытия

ной одежды (покрытия и основания) на глубину до 30 см, а в некоторых случаях и более, с одновременной его обработкой указанными вяжущими (стабилизаторами) и с распределением ровным слоем. Последующее заключительное уплотнение выполняется обычными дорожными катками.

Как правило, такой обновленный укрепленный слой принимается либо за верхний слой основания, либо за нижний слой покрытия. Поэтому на него сверху дополнительно могут быть уложены нижний и верхний слои покрытия из горячего асфальтобетона, только верхний горячий слой покрытия или сделана простая поверхностная обработка. Это решают заказчик с проектировщиком в зависимости от категории дороги, интенсивности движения транспорта и задаваемого на последующее время срока службы дорожной одежды.

Необходимо особо отметить, что сегодня следует четко подразделять холодный ресайклинг на малую глубину (мелкий или неглубокий ресайклинг, до 10 см) и на большую глубину (глубокий ресайклинг, до 30 см и



Рис. 3. Типы дефектов и разрушений дорожной одежды



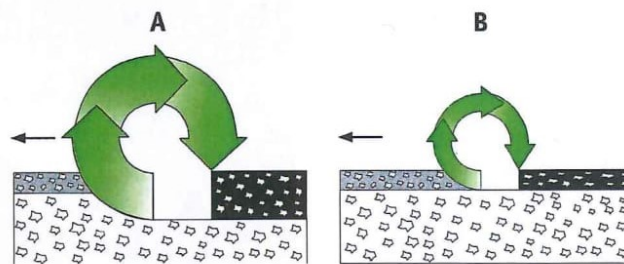


Рис. 4. Схема глубокого (А) и тонкого или мелкого (В) холодного ресайклинга

более, рис. 4). Такое разделение обуславливает использование определенного набора несколько разных машин, другого типа и количества вяжущих, различные затраты на выполнение работы (в мелком ресайклинге они меньше).

Вообще холодный ресайклинг изначально задумывался и разрабатывался как вариант глубокой совместной стабилизации (укрепления) слоев покрытия и основания битумной эмульсией с добавками цемента или извести. Под этот вариант создавались и первые соответствующие машины, отвечающие изначальному английскому названию холодного ресайклинга, в котором присутствовал термин «деер» (глубокий). Это потом, в процессе накопления международного опыта, стала очевидной целесообразность и даже необходимость иметь и вариант мелкого ре-

сайклинга, потребность в котором может оказаться даже выше, чем в глубоком. Во всяком случае, для российских ремонтных объектов и возможностей в их финансировании самой подходящей может стать как раз технология неглубокого или мелкого ресайклинга слоев покрытия (до 10 см).

На рис. 5 показаны набор необходимых машин и схема подачи вяжущих материалов в рабочую камеру фрезерного барабана ресайклера WR 2500 фирмы Wirtgen, разработанных для глубокой стабилизации слоев покрытия и основания битумной эмульсией с добавкой цемента в виде водоцементной пастообразной суспензии. Расход эмульсии, как правило, не превышает 4-4,5% от массы укрепляемого материала, а добавка цемента – не более 1,5-2%. Цемент призван повысить прочностные свойства комплексно укрепляе-

мого материала, а ограниченный его расход обусловлен стремлением избежать возможных трещин в слое этого материала.

Правда, в таком варианте укрепления может возникнуть трудность, связанная с подбором типа и состава эмульсии, которая бы химически была пригодна как для асфальтобетонного материала покрытия, так и для материала основания (чаще всего щебень из разных пород камня). Если это сложно сделать, можно использовать вместо эмульсии, но в той же комбинации с цементом и с тем же его расходом, вспененный битум. Тем более, что этот вариант может оказаться даже качественнее и дешевле, так как стоимости эмульсии и битума для вспенивания практически одинаковы, а расход эмульсии несколько больше расхода вспененного битума из-за того, что доля самого битума в обоих случаях укрепления должна быть равной. Но битума в эмульсии всего около 60%. В итоге получается стоимость битума в эмульсии примерно в 1,5 раза выше чистого битума.

Чаще всего вспененный битум с цементом используется в технологии укрепления измельченного фрезой асфальтобетонного материала из слоев покрытия, т.е. в мелком холодном ресайклинге. На рис. 6 представлен набор машин для этой технологии и схема подачи вяжущих материалов в рабочую камеру того же ресайклера WR2500 фирмы Wirtgen.

Высокое и устойчивое качество укрепления таким способом дефектных слоев покрытия обеспечивается именно свежим вспененным битумом, который образуется во время его впрыска в горячем виде (175-180 °С) из цистерны битумовоза и холодной воды в рабочую камеру ресайклера. В момент контакта с водой горячий битум увеличивает свой объем до 20 раз, образуя пену с жизнестойкостью не менее 10-15 сек, вполне достаточных для требуемой обработки измельченного материала.

Во вспененном виде битум равномернее и тоньше покрывает каждую частицу материала, улучшая его ка-

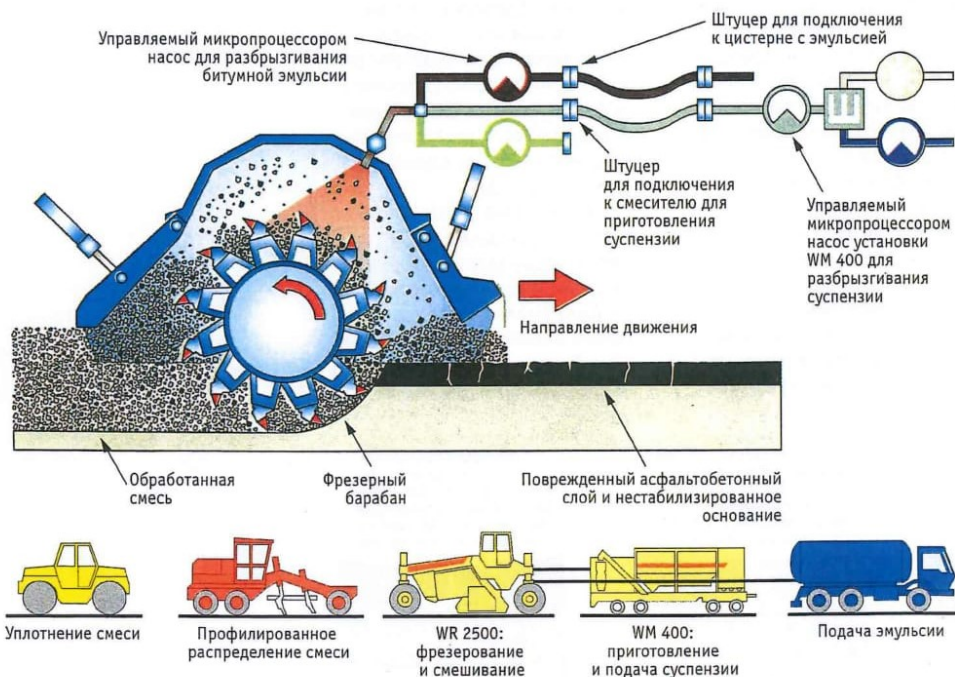


Рис. 5. Набор машин и схема подачи вяжущих в рабочую камеру ресайклера при укреплении материала битумной эмульсией и цементом



чество и сокращая до минимума (до 2,5-3%) свой расход.

При подготовке объекта к ремонтным работам по технологии холодного ресайклинга исключительно важна и ответственна роль инженерно-технологической и лабораторной служб подрядчика, проектировщика и конечно же, заказчика.

Все они вместе должны дать точную оценку реальному состоянию дорожной одежды или отдельно покрытия по результатам лабораторных испытаний отобранных кернов и материалов, а также полевых обследований и измерений дефектов, разрушений и прогибов дорожной одежды. В конечном итоге от этих результатов и оценок зависит принципиальный выбор варианта технологии холодного ресайклинга – мелкий (неглубокий) или глубокий.

Не менее важен для указанных служб второй этап подготовки, связанный с подбором состава укрепляемого материала из дороги и вяжущего. На основании отработанной рецептуры производится прочностной расчет и конструирование новой дорожной одежды (или покрытия), составляются рабочий проект и проект производства работ (ППР).

И, наконец, третий этап предусматривает обязательный лабораторный и полевой контроль качества материалов и работ. Без такого профессионально грамотного и, может быть, даже «придирчивого» контроля состава смеси, ее прочности, плотности, толщины слоев и других показателей невозможен ожидаемый конечный результат и полагающаяся экономическая эффективность технологии холодного ресайклинга.

На рис. 7 в качестве примера приведена схема изношенной и дефектной дорожной одежды, предназначенной для ремонта. В предыдущие периоды эксплуатации она уже ремонтировалась путем простой укладки сверху дополнительного слоя асфальтобетона толщиной 5 см. Очень похожий случай для российской дорожной действительности.

Два варианта предполагаемого ремонта показаны на той же схеме, в том числе с

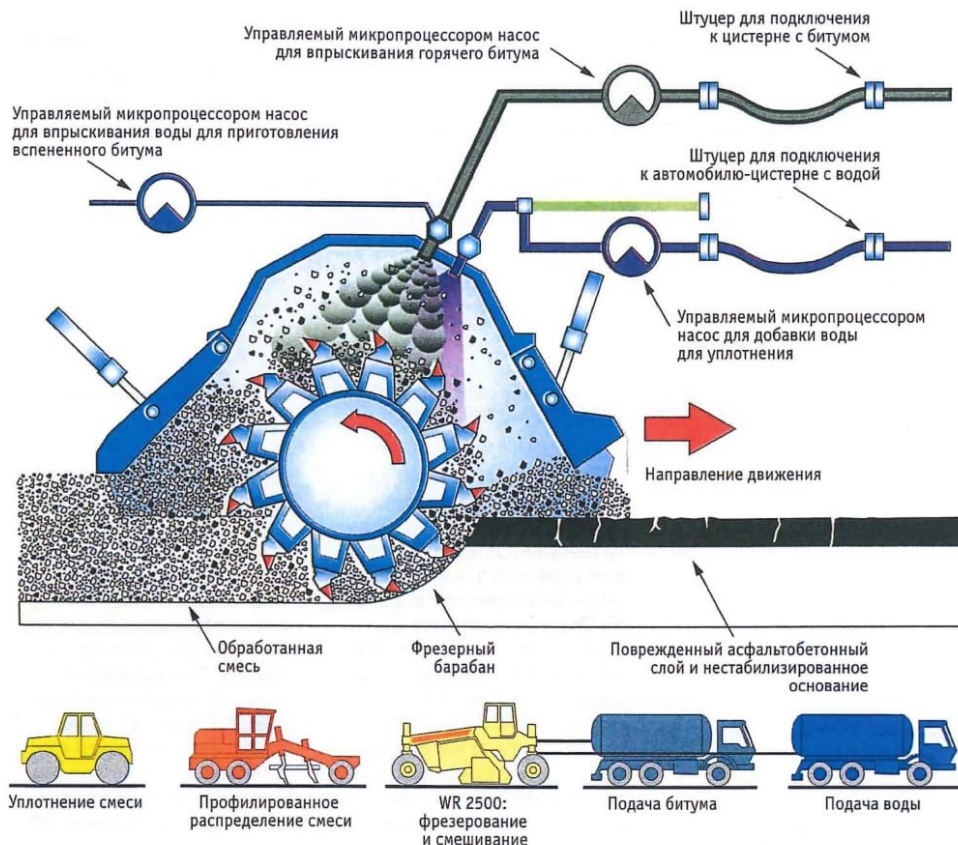


Рис. 6. Набор машин и схема подачи битума и воды в рабочую камеру ресайклера при укреплении материала вспененным битумом

помощью мелкого холодного ресайклинга (толщина слоя или глубина 10 см, для укрепления используется битумная эмульсия с цементом или вспененный битум с цементом, их расход приведен на схеме), который сравнивается с методом замещения 10 см изношенных верхних слоев новым таким же слоем

из свежей смеси. Несущая способность и срок службы дорожной одежды в этих вариантах приняты одинаковыми и должны соответствовать заданию заказчика.

Итоговые результаты расчета затрат и стоимостей ремонта в рассматриваемых вариантах представлены в таблице.

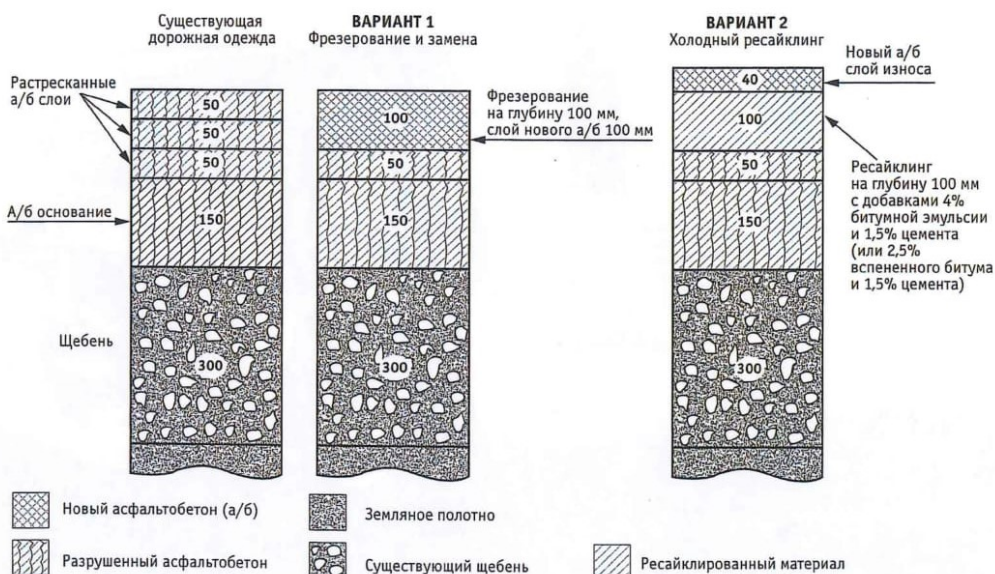


Рис. 7. Варианты ремонта дефектного асфальтобетонного покрытия, в том числе мелким холодным ресайклингом



## Технологическая операция

Удаление холодной фрезой старого асфальтобетонного покрытия с вывозом крошки на склад, слой 10 см (фрезерование и перевозка)

Холодный ресайклинг старых слоев асфальтобетонного покрытия на глубину 10 см с использованием 4% битумной эмульсии плюс 1,5% цемента или 2,5% вспененного битума с 1,5% цемента (сам материал, его доставка, укрепление, выравнивание, укатка)

Устройство из новой (свежей) смеси верхнего слоя асфальтобетонного покрытия (сам материал, его доставка, укладка, укатка):

толщиной 4 см  
толщиной 10 см

Итого

Стоимость, руб./м <sup>2</sup>	
Вариант 1	Вариант 2
108,0	—
—	144,3/126,3
—	144,0
360,0	—
468,0	288,3/270,3

**Примечание.** Ставки и цены на материалы, их перевозку и работу машин приняты среднеевропейскими, переведенными в рубли по ориентировочному курсу 30руб. за 1 USD, НДС в расчетах не учтен

Из нее следует, что в данном конкретном примере метод холодного ресайклинга (вариант 2) заметно дешевле варианта 1, по крайней мере, не менее чем в 1,5 раза. Экономия средств на 1 м<sup>2</sup> может составить почти 190 руб. или примерно 1,3 млн руб. на 1 км покрытия шириной 7 м. А это значит, что за одни и те же бюджетные деньги с помощью технологии мелкого холодного ресайклинга можно отре-

монтировать российских дорог с подобными дефектами в 1,5 раза большей протяженности.

Не менее важным показателем новой технологии является производительность или скорость ремонта покрытий. Обычно рабочая скорость ресайклера задается ППР и может значительно варьироваться в соответствии с конкретными условиями выполнения ремонта. Однако, в самых об-

щих чертах, реальная скорость, к примеру, холодного ресайклера RM-350B фирмы Caterpillar изменяется от 5 м/мин (фрезерное измельчение жестких и прочных материалов на максимальную глубину 38 см) до 24 м/мин (измельчение и перемешивание менее прочных материалов слоем не более 10 см).

При средних условиях эксплуатации RM-350B его рабочая скорость соответствует 9-12 м/мин или, в среднем, 10 м/мин. За 8 часов на такой скорости холодный ресайклер с шириной фрезы 2,44 м способен выполнить свою работу на 1,2 км покрытия шириной 7 м. При вахтовой же смене (12 ч) протяженность подготовленного слоя дорожной одежды под укладку последующего верхнего слоя может возрасти почти до 2 км. А это уже не только удешевит, но и сократит общий срок ремонта дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием по этой технологии.

**Рис. 7.** Ресайклер фирмы Bomag для стабилизации грунта и холодной регенерации дорожного полотна

