

УДК 55(571.51)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СУФФОЗИИ, ПРИВОДЯЩИХ К ПРЕЖДЕВРЕМЕННОМУ РАЗРУШЕНИЮ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Федорова Т. В.

Научный руководитель канд. геол.-мин. наук Перфилова О. Ю.

Сибирский федеральный университет

Мы часто наблюдаем ямы на дорогах и провалы тротуарной плитки, для многих это стало привычной картиной. Регулярно слышим в выпусках новостей, что во дворе жилого дома провалился автомобиль или появилась очередная яма на недавно отремонтированной дороге. Кто виноват в преждевременном разрушении дорожного покрытия и как предотвратить эти процессы, постарался разобраться автор.

В период 2011-2012 г.г. нами проводился мониторинг состояния дорожных покрытий на территории Кировского и Центрального районов г. Красноярск. Это позволило выявить наиболее важный геологический процесс, неблагоприятно влияющий на качество дорожного покрытия.

Цель работы: Выяснить с точки зрения инженерной геологии, всегда ли виноваты строители в преждевременном разрушении дорожного и асфальтного покрытия.

Были поставлены следующие задачи:

-Изучить в Кировском и Центральном районах современные геологические процессы, влияющие на качество дорог.

-Выявить наиболее важный геологический процесс, способствующий разрушению дорожного покрытия.

-Выяснить, каким способом можно ослабить влияние этих процессов.

-Провести эксперименты по моделированию наиболее опасного геологического процесса (суффозии).

Методы исследования: полевые наблюдения, фотодокументация проявлений геологических процессов, приводящих к преждевременному разрушению дорожного полотна (суффозионных воронок, результатов разрушения дорожного покрытия), эксперименты по моделированию суффозионных процессов.

В результате работ установлено, что основной причиной преждевременного разрушения дорожных покрытий является суффозия. Суффозия (от лат. Suffosio – подкапывание) – это механический вынос из рыхлых пород мельчайших частиц (песчаных и алевритовых) подземными потоками. Именно с суффозией связано образование просадок на поверхности земли в виде «Блюдец» и «воронок», диаметр которых может достигать 10 м и более. Подчиненную роль в процессах суффозии играют выщелачивание и растворение. Они дополнительно разрыхляют породу, благодаря чему увеличивается скорость фильтрации воды через нее. Некоторые пески, даже не содержащие в себе растворимых составляющих, разрыхляются фильтрующимся через них потоком в результате выноса наиболее мелких зерен.

Размыв породы может происходить при струйчатом движении воды через породу, то есть по достаточно крупным пустотам и каналам, в которых возможно завихрение струй, что нередко приводит к срыву слабо связанных частиц породы. Наиболее интенсивно процессы суффозии протекают в тонко- и мелкозернистых песках, лессовидных грунтах и суглинках. В меньшей степени суффозионные процессы проявлены в более плотных глинистых породах. Причем размыв в них начинается по трещинам. Более подвержены внутреннему размыву глины, богатые монтмориллонитом, значительно изменяющиеся в объеме при различном изменении

влажности. В обнажениях такие глины легко шелушатся и осыпаются. Струйчатое движение воды по трещинам срывает и уносит частицы там, где при переменном высыхании и увлажнении связь их с породой нарушается. Процесс размыва обычно не распространяется глубоко в толще глин, так как для этого струи должны иметь высокую скорость, которая возникает только вблизи колодцев ливневой канализации. Основными условиями возникновения механической суффозии являются:

1) Неоднородность гранулометрического состава грунтов оценивается с помощью предложенного Л. В. Передельским коэффициента неоднородности (K_n). Суффозионными грунтами являются - песчаные грунты с $K_n > 20$, а при $K_n < 10$ грунт считается не суффозионным.

2) Критическая величина гидравлического градиента водного потока, ниже которого происходит только её медленная фильтрация без вымывания мелких частиц.

3) Наличие условий для выноса мелких частиц на дневную поверхность в основании склонов, различных выемках.

В естественных условиях суффозия развивается сравнительно медленно (до десятков лет), однако под влиянием техногенных факторов (прорывы водопровода и канализации), в местах с техногенным нарушением состава грунтов (места прокладки трубопроводов, кабеля) её скорость резко возрастает и отрицательно сказывается на устойчивости дорог и тротуаров, построенных на породах не устойчивых к суффозионным процессам. Суффозионные воронки хорошо заметны на грунтовых просёлочных дорогах. Асфальтированные же дороги могут скрыть довольно крупные воронки, что представляет серьёзную угрозу для транспорта и людей. Иногда в СМИ появляются сообщения о том, что легковая или даже грузовая машина провалилась под асфальт. Чаще всего это – результат суффозии. Несколько лет назад такой случай произошел в г. Красноярске на пр. Ленина.

Зимой происходит замерзание воды (а она при этом расширяется) и на участках переувлажненных грунтов образуются мини бугры пучения. Весной лед тает и на месте таких бугров образуются трещины и провалы на дорожном покрытии, в которые активно просачивается талая и дождевая вода, в результате чего увеличивается как скорость движения подземных потоков (и ускоряется размыв снизу), так и происходит эрозия (размыв сверху)

Застройка г. Красноярска проводилась преимущественно на поверхности террас р. Енисей. Всего в районе г. Красноярска выделяется 9 надпойменных террас. Наибольшим развитием пользуется III (Красноярская) терраса, на которой расположен центр г. Красноярска. Терраса аккумулятивная, сложена галечниками с линзами песка. Местами галечник покрыт лессовидными суглинками и буграми перевеянных песков. Мощность осадков 20 м. Главные улицы правобережья расположены на II (Ладейской) террасе. На уровне V (Берёзовской) террасы – расположен крупный микрорайон города «Зеленая Роща», постройки Академгородка и Студенческого городка располагаются на поверхности VII (Торгашинской) террасы р. Енисей, а новые здания (в том числе, и главный корпус) Сибирского федерального университета – на VIII (Худоноговской) террасе. Аллювиальные отложения, перекрывающие цоколь остальных террас имеют мощность от нескольких до 40 метров. Представлены они переслаивающимися между собой бурыми известковистыми супесями и суглинками с прослоями глин, охристо-бурым песком с гальками кремнистых пород: песчаника, гранита, и в нижней части иногда галечниками, в составе которых представлены вулканические и кремнистые породы, жильный кварц; встречаются плохо окатанные обломки вендских песчаников .

Таким образом, литологический состав террасовых отложений р. Енисей является благоприятным для проявления суффозии. Поэтому на территории Красноярска активно развиты суффозионные процессы. Они имеют, как природное, так

и техногенное происхождение (прорывы водопроводных и канализационных сетей) . Проявления суффозионных процессов сильно сказывается на качестве дорожного покрытия.

Многочисленные попытки дорожников самостоятельно решить данную проблему, приводит к новым проявлениям суффозионных процессов. Дело в том, что строители зачастую пытаются ликвидировать только внешние проявления этих разрушительных процессов - суффозионные воронки. В своей работе мы бы хотели обратить внимание не только дорожников, но и чиновников, отвечающих за ремонт дорог на данную проблему, и выяснить, а всегда ли виноваты строители в плохом качестве и недолговечности дорожного покрытия. Часто с последствиями суффозии (ямами на дорогах) пытаются бороться путем так называемого «ямочного ремонта». Суффозионные воронки засыпают щебнем, кирпичом, бетонируя их и закрывая «заплатками» из свежего асфальта. Но на месте недавно положенной заплатки неизбежно вновь образуются ямы. Это происходит потому, что разрушение дорожного покрытия (асфальта или тротуарной плитки), происходят не сверху, а гораздо глубже - под землёй. Суффозионные воронки не случайно группируются в цепочки, указывая на направление течения подземного водного потока. Часто суффозионные просадки наблюдаются вблизи колодцев ливневой канализации т.к. здесь происходит значительное увеличение скорости фильтрации подземных потоков, и усиливаются процессы выноса мелкозема из грунтов. Поэтому прежде, чем бороться с ямами на дорогах, следует выяснить их причину возникновения.

В течение 2012 года в разных районах города Красноярска нами были проведены наблюдения над характером проявления процессов суффозии, как на грунтовых дорогах, так и на дорогах с асфальтовым покрытием, а также тротуарах, вымощенных плиткой. Были сделаны многочисленные фотографии (рис). В ряде случаев удалось сделать серию фотографий одних и тех же объектов весной, летом, а затем осенью 2012 г. и проследить динамику возникновения и углубления суффозионных воронок, в том числе и на участках, где недавно был проведен «ямочный» ремонт дорожного покрытия.



Рис. Глубокая суффозионная воронка на тротуаре (пр. Красноярский рабочий 78, г. Красноярск)

Суффозия – процесс очень сложный, мало изученный, и смоделировать его абсолютно точно в домашних условиях невозможно, также как и невозможно наблюдать все сопутствующие процессы, поскольку некоторые из них протекают глубоко под землей. Однако можно попробовать получить простейшую модель суффозионных процессов, используя несложную установку. Она представляет собой лоток прямоугольной формы, выполненный из прозрачного оргстекла толщиной около 3 мм. Длина лотка 26 см, ширина - 11 см и высота - 14,5 см. В одной из торцевых стенок сделано круглое сливное отверстие диаметром около сантиметра, находящееся на высоте около 1 см от дна лотка. Нами были смоделированы, при помощи данной установки, некоторые процессы вымывания мелкозема из грунтов различного гранулометрического состава и образования просадок на поверхности в зависимости от скорости водного потока. В результате наших наблюдений можно сделать некоторые выводы о том, как предотвратить или уменьшить влияние суффозионных процессов при строительстве дорог в таких крупных мегаполисах как Красноярск, где основанием для дорог служит достаточно мощная толща сравнительно рыхлых аллювиальных отложений.

Как правило, все мероприятия по борьбе с развитием суффозии давно известны и направлены на то, чтобы прекратить или существенно сократить поступление воды по внутренним полостям пород и максимально снизить скорость ее течения. При строительстве и эксплуатации дорог на подверженных суффозии грунтах необходимо строго соблюдать правила строительства и использовать целый ряд специальных мер. Это и защита дорожного покрытия от проникновения через него вглубь атмосферных осадков и технических вод. Это достигается различными путями: регулирование поверхностного стока атмосферных вод; перекрытием места выхода подземных вод тампонированием или присыпкой песка; устройства дренажей для осушения пород или уменьшения скорости фильтрации воды; упрочнением ослабленных суффозией пород методами цементации или глинизации, а также предварительным уплотнением рыхлого грунта.

Выбор конкретного приема зависит от геологического строения и гидрогеологической обстановки на данной строительной площадке, типа и вида грунтов оснований, характер засоления и технических возможностей подрядной организации.

Суффозионные процессы оказывают существенное влияние и на прочность возводимых зданий и сооружений, так как могут приводить к неравномерной просадке их фундаментов.