

УДК 625.731 (075.8)

Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М.
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И МОДЕРНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

Введение

В целях экономического развития стран и для реализации общей транспортной политики создается система международных транспортных коридоров, связывающих Европу и Азию, поскольку ограничение автомобильных перевозок в условиях рынка равносильно ограничению экономического роста [1]. Постоянный рост автомобильного парка Украины, перспективы развития европейских транспортных коридоров, приводят к увеличению интенсивности дорожного движения, грузооборота и объемов пассажирских перевозок - предъявляет все более высокие требования к содержанию автомобильных дорог, а также обеспечению безопасности движения [2]. Для решения этих проблем в Украине производится реорганизация службы автомобильных дорог. Указом президента от 13 апреля 2011 года было утверждено положение о Государственном агентстве автомобильных дорог, которое должно обеспечивать реализацию государственной политики в сфере дорожного хозяйства и управления автомобильными дорогами. Законом Украины «Об автомобильных дорогах» от 20 декабря 2011 года, предусмотрена новая классификация автомобильных дорог общего пользования. Автомобильные дороги общего пользования подразделяются на автомобильные дороги государственного и местного значения. Автомобильные дороги государственного значения составляют около 50 тыс. км и подразделяются на международные, национальные, региональные и территориальные. Автомобильные дороги местного значения составляют около 118 тыс. км и подразделяются на областные и районные.

Принципиально новая классификация автомобильных дорог Украины направ-

лена на урегулирование на законодательном уровне вопросов функционирования дорожной сети всех уровней на территории Украины в современных условиях с учетом: перспектив развития, вхождения в Европейскую транспортную систему, требований законодательства Европейского Союза [3]. Современные тенденции развития мировой экономики характеризуются расширением экономических связей между странами и континентами и, как следствие, ростом объемов международной торговли, что обуславливает постоянное увеличение транснациональных транспортных потоков и международного транзита пассажиров и грузов.

Современное направление совершенствования технологии производства земляных работ

Технический уровень большинства дорог Украины не соответствует постоянно возрастающей интенсивности движения автомобильного транспорта и параметрам современных грузовых автомобилей. Основная протяженность автомобильных дорог Украины с капитальными дорожными одеждами соответствует осевой нагрузке транспортных средств 100 кН, а в западных странах по транспортным коридорам движется транспорт с осевой нагрузкой 115 кН и 130 кН, и поэтому автомобильные дороги государственного значения требуют неотложных мер по реконструкции и модернизации, особенно по направлениям, которые совпадают с международными транспортными коридорами [4].

Реконструкция дороги представляет комплекс строительных работ на существующей дороге с целью повышения ее транспортно-эксплуатационных показателей с переводом дороги в целом или отдельных участков в более высокие категории.

Модернизация автомобильных дорог – это приспособление сети, отдельных участков или элементов дорог на основании результатов мониторинга к современным условиям эксплуатации, связанным с изменением функционального назначения дорог, их участков, элементов или прилегающей зоны, путем проведения комплекса соответствующих мероприятий, корректирующих потребительские качества дорог [5].

Работы по реконструкции и модернизации автомобильных дорог Украины на уровне требований европейских стандартов требуют с одной стороны больших затрат материально-технических ресурсов, а с другой – значительного повышения качества выполнения дорожно-строительных работ [6].

Земляное полотно является одним из основных сооружений автомобильной дороги – фундаментом дорожной одежды, от его устойчивости зависят долговечность дорожной одежды и ее основные эксплуатационные качества – ровность и прочность.

На земляное полотно действуют динамические и статические нагрузки от подвижного состава, собственный вес полотна и комплекс природных факторов (климатических, гидрологических, гидрогеологических). При неблагоприятном сочетании этих воздействий теряется устойчивость земляного полотна – нарушается ровность и прочность дорожной одежды, что приводит к снижению скорости движения и грузоподъемности транспорта; уменьшается пропускная способность и увеличивается себестоимость перевозок грузов и пассажиров. Значительные деформации земляного полотна могут привести к разрушению дорожной одежды. Устойчивость земляного полотна обеспечивается как рационально проектируемыми конструкциями и эффективными способами эксплуатации, так и технологией строительства [7].

Технология возведения земляного полотна существенно влияет на его устойчивость. Нарушение технологии может привести к деформациям земляного полотна в

целом как грунтового массива или к местным деформациям грунтового основания. Для возведения земляного полотна используют преимущественно грунты минерального происхождения – глинистые (супеси, суглинки, глины) и нецементированные обломочные (крупнообломочные, песчаные). Грунты можно разделить на связные, несвязные и малосвязные. Физико-механические свойства грунтов и, в частности, их связность определяются содержанием в них глинистых частиц. К связным относятся грунты, содержащие более 12 % глинистых частиц, к несвязным – содержащих их в количестве 3 % и менее. Промежуточную группу грунтов, содержание глинистых частиц в которых находится в пределах от 4 % до 11 %, называют малосвязными. Такое разделение удобно, хотя и условно, так как в действительности резких изменений в свойствах грунтов на этих границах не наблюдается. На территории Украины наибольшее распространение имеют связные грунты. В частности, проведенные ХНАДУ неоднократные обследования дорожной сети показали, что около 90 % общего протяжения дорог земляное полотно которых возведено из связных грунтов. На поверхности частиц образуется адсорбционный слой воды. Этот слой, который принято называть прочносвязанной водой, обладает аномальными свойствами. Так, плотность этой воды находится в пределах 1,2- 2,4 г/см³, а температура ее замерзания равна – 78 °С [8]. Кроме того, эта вода обладает значительной вязкостью, упругостью и прочностью на сдвиг.

Основными технологическими операциями при возведении земляного полотна являются: разработка грунта, транспортирование грунта, доувлажнение или просушивание грунта, уплотнение грунта. Выполнение этих операций в зимнее время из привозных несмерзающихся крупнообломочных грунтов практически не отличаются от выполнения их в летнее время. В зимнее время выполнение этих операций из связных грунтов требует определенных особенностей с учетом теплотехнических расчетов. В Украине объем выполняемых земляных работ в зимний период значи-

тельно меньше, чем в СНГ, несмотря на более теплый климат и составляет 9-12 % годового объема земляных работ, хотя зимний период составляет 1/3 года.

На территории Украины глубины промерзания грунтов значительно превышают допустимые величины, поэтому при разработке землеройными машинами, основным условием разработки промерзающих связных грунтов землеройными машинами является проведение мероприятий по подготовке грунтов к разработке. В настоящее время наиболее распространенным способом подготовки грунтов к разработке в зимних условиях является предохранение грунтов от промерзания. Предохранение грунта от промерзания осуществляется в осенний период до начала устойчивых морозов предварительным рыхлением поверхности талых грунтов. Рыхление талого грунта производится на глубину не менее 30 см с последующим боронованием. Это один из самых простых и экономичных способов предохранения грунтов от промерзания. В результате рыхления теплопроводность слоя грунта значительно снижается, уменьшается теплоотдача и соответственно промерзание грунтов.

Грунт в отсыпaeмое земляное полотно необходимо доставлять в большегрузных и быстроходных транспортных средствах, что уменьшает его промерзание. Целесообразно также применять автомобили с обогреваемыми кузовами. Для уменьшения смерзания грунта с днищем и стенками, кузов смазывают 2%-ным раствором хлористого кальция. Максимально допустимую дальность доставки грунта транспортными средствами устанавливают теплотехническими расчетами.

В зимнее время доувлажнение или просушивание грунта не производится. Вопросы обеспечения оптимальной влажности грунта в карьере решаются подготовительными работами, которые заключаются в обеспечении водоотвода на площади резерва, управлением глубины промерзания, теплотехническими расчетами.

Целью уплотнения является обеспечение требуемой плотности и прочности

грунтов земляного полотна. Задачами технологии уплотнения является выбор: требуемых типов уплотнителей и определение наиболее эффективных режимов уплотнения, влажности грунта, толщины слоев, числа воздействий уплотнителя. Качество уплотнения определяет устойчивость земляного полотна и в значительной мере прочность и долговечность дорожной одежды. Технология уплотнения влияет на смежные технологические операции и организацию работ по возведению земляного полотна.

В процессе возведения насыпей при отрицательных температурах включения мерзлого грунта способствуют понижению температуры талого грунта, тем самым снижают длительность цикла «разработка-отсыпка-уплотнение». Для обеспечения устойчивости земляного полотна возводимого зимой, в нижние слои насыпи разрешается укладывать 15-30 % мерзлого грунта, а в верхние (1-1,2 м) – только талый грунт [9].

Возведение насыпей в зимнее время условно возможно по четырем вариантам.

1. Разработка, погрузка, транспортирование, отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта производится при талом состоянии до начала промерзания.

2. Разработка, погрузка, транспортирование, отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта производится при талом состоянии. При окончании уплотнения допускается промерзание грунта на определенную толщину сверху или снизу уплотняемого слоя.

3. Разработка, погрузка, транспортирование, отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта производится с частичным включением мерзлого грунта.

4. Разработка, погрузка, транспортирование, отсыпка, разравнивание производится с включением мерзлого грунта. При окончании уплотнения допускается промерзание грунта на определенную толщину сверху или снизу уплотняемого слоя.

В первом варианте необходимо учитывать ухудшение уплотняемости грунта вследствие повышения его сопротивления уплотнению от снижения температуры и

агрегатного состава; во-втором – кроме компонентов первого варианта, необходимо учитывать влияние корки мерзлого грунта, снижающее прочность и уплотняющее воздействие уплотнителя; в третьем – кроме компонентов первого варианта, необходимо учитывать влияние включений мерзлого грунта, снижающее температуру талого грунта, плотность, прочность и увеличивающее жесткость и вязкость уплотняемого слоя; в четвертом – необходимо учитывать все компоненты первых трех вариантов (самый сложный).

Грунт в резерве следует разрабатывать в талом состоянии, а все технологические операции – разработку, погрузку, транспортирование, разгрузку, разравнивание и уплотнение – необходимо выполнять до промерзания грунта. Следовательно, технология и организация возведения земляного полотна зимой должны обеспечиваться теплотехническими расчетами по охлаждению и промерзанию грунтов.

Поэтому предлагается метод расчета допустимой длительности цикла «разработка-отсыпка-уплотнение» с учетом погодных условий и теплофизических характеристик грунтов:

$$T_d = \left[\frac{h^2 \rho W k_y \rho_{ст}}{\lambda(t_l - t_b)} + \frac{t_{гр} - t_l}{m} \right] \cdot k_g ,$$

где h – допустимая глубина промерзания отсыпаемого слоя грунта, м; λ – коэффициент теплопроводности мерзлого грунта, ккал/м ч град; t_l – температура льдообразования грунта, °С; t_b – средняя отрицательная температура воздуха за время T , °С; ρ – удельная теплота льдообразования, 80 ккал/кг; W – влажность уплотняемого грунта в долях единицы; k_y – коэффициент уплотнения грунта; $\rho_{ст}$ – плотность стандартного уплотнения грунта, кг/м³; $t_{гр}$ – температура разрабатываемого грунта, °С; m – коэффициент, учитывающий интенсивность изменения температуры на верхней границе слоя, град/ч; k_g – коэффициент, учитывающий сокращение длительности цикла «разработка - отсыпка - уплотнение» в зависимости от скорости ветра (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение коэффициента k_g в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0
k_g	0,945	0,89	0,85	0,8	0,765	0,725

При правильно спроектированной зимой технологии возведения насыпей необходимо соблюдение условия: фактическая длительность цикла «разработка - отсыпка - уплотнение» должна быть меньше или равна допустимой длительности цикла «разработка-отсыпка - уплотнение».

Укатка грунтов – это наиболее эффективный и распространенный метод уплотнения. Наиболее распространенные катки, катки на пневматических шинах, обеспечивающие лучшее качество уплотнения, наибольшую производительность и минимальную стоимость уплотнения. Площадь отпечатка пневматического колеса значительно больше площади отпечатка вальцев жесткобарабанных катков, поэтому время действия на грунт пневматических шин больше, чем жесткобарабанных катков, а удельное давление по следу катка меньше. У катков на пневматических шинах напряжение по следу отпечатка меньше, однако они убывают менее интенсивно вследствие большей площади нагружения. Поэтому катки на пневматических шинах уплотняют слой на большую глубину, чем жесткобарабанные. Применение катков на пневматических шинах особенно эффективно при уплотнении связных грунтов.

Выводы

Для повышения эффективности выполнения земляных работ при устройстве земляного полотна следует переходить на круглогодичную работу, т.е. устранение сезонности при производстве земляных работ. Это вскрывает значительные, ранее неиспользованные резервы производственных мощностей и позволяет существенно увеличить объемы работ без привлечения дополнительных ресурсов. При этом повышается ритмичность производства работ, лучше используются людские ресурсы, основные фонды и оборотные

средства. Стоимость земляных работ несколько выше, чем стоимость работ выполняемых при положительных температурах. Однако, производство земляных работ в зимний период приводит к снижению стоимости строительства за счет сокращения его сроков, уменьшения накладных расходов и более полного использования дорожно-строительных машин.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гук В.И., Шкодовский Ю.М. Транспортные коридоры и урбанонология. Проблемы и перспективы развития евроазиатских транспортных систем, материалы четвертой Международной научно-практической конференции, Челябинск, 2012, С. 79 – 85.
2. Прусенко Е.Д., Кияшко И.В. Перспективы развития интеллектуальных транспортных систем в Украине. Современные технологии строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Материалы международной Н.Т.К. Харьков, 2013, С. 126 – 132.
3. Юхновский І.Р. Транспортний комплекс України. Автомобільні дороги: Проблеми та перспективи / І.Р. Юхновський, Г.Б. Лебеда, Т.І. Попова – К.: ФАДА, ЛТД, 2004. – 176 с.
4. Строительство и реконструкция автомобильных дорог. Справочная энциклопедия дорожника. Том 1. Под ред. проф. А.П. Васильева. М.: 2005, МАДИ (ГТУ), 519 с.
5. Девятов М.М., Вилкова И.М. Система потребительских качеств для разработки мероприятий по модернизации автомобильных дорог. Сб. научн. трудов «Проектирование автомобильных дорог». МАДИ (ГТУ), – М.: 2007, – С. 40 – 47.
6. Васильев А.П. О планировании работ по реконструкции, модернизации и ремонтам автомобильных дорог // Сб. научн. трудов МАДИ (ГТУ). – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ). 2005 – С. 20 – 29.
7. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учебн. пособие / [И.И. Леонович и др.] – Минск: Изд-во БНТУ 2002. – 354 с.
8. Харута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочность, устойчивость и уплотнение грунтов земляного полотна автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1975,– 286 с.
9. 9. Стороженко М.С. Фізична суть процесу промерзання ґрунтових шарів при спорудженні земляного полотна. Сб. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво, вип. XVII, Київ, 1975. С. 17 – 21.

УДК 620.193

Бригада Е.В.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРАЗРУШАЮЩИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Введение. Надежность и долговечность бетонных сооружений в значительной мере зависят от качества их конструкций. Механические свойства ряда материалов в процессе эксплуатации претерпевают серьезные изменения (вплоть до разрушения), поэтому необходимы методы контроля показателей надежности этих материалов и конструкций из них.

Неразрушающий контроль (НК) – это комплекс работ, который позволяет определить качество и надежность строительных конструкций, при этом не нарушается

их целостность и возможность эксплуатации. Незарушающие методы контроля имеют ряд преимуществ: оперативное получение информации, низкая трудоемкость проведения испытаний, возможность автоматизации контрольно-измерительного процесса и др. [1].

Наиболее сложными для контроля состояния бетона конструкций являются случаи воздействия на него химических (соли, кислоты, масла), термических (высокие температуры, замораживание в раннем возрасте, переменное замораживание