



УДК 625.711.2

А.Е.Касымов, Д.А. Рамазанов, С.Ж. Косбаев
ВКГТУ им. Д.Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ
ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА**

Испытание дорожной конструкции на водно-тепловой режим проводилось от г. Усть-Каменогорска на 17 км 20 декабря 2004 года в 11⁰⁰ утра. Общая протяженность автодороги – 141,64 км, погода была пасмурная (-20...-22 С⁰), направление ветра – Юго-Восточное (5-10 м/с), радиация – 15-17 микрорентген. Был произведен общий визуальный осмотр автодороги и дорожной конструкции. Состояние дороги требует текущего ремонта и очистки от снега. Техническая категория дороги: средняя ширина земляного полотна по автодороге составляет 10 м, а ширина проезжей части – 6,3 м. По этим показателям дорога относится к IV технической категории. По пропускной способности дорога соответствует фактической интенсивности автотранспорта (рис. 1).

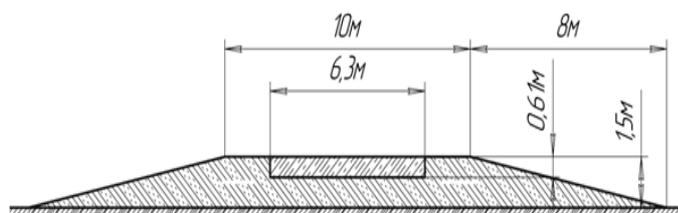


Рисунок 1 - Конструкция и размеры опытного участка «Усть-Каменогорск – Самарское», 17 км

Испытание проводилось машиной УГБ 50М. Производилось бурение дорожной конструкции до 1,5 м, а до грунтов - пневмостаканом. Длина бура L= 1,50 м, диаметр - 7,5-8 см (рис. 2, 3).



Рисунок 2 - Машина УГБ 50М
с пневмостаканом



Рисунок 3 - Машина УГБ 50М в процессе
бурения пневмостаканом

Обследования дорог проводились в 2003-2004 гг. ежеквартально: проведены обследо-

вания дорог и наблюдения на постах, кроме того, летом и осенью с целью получения данных о предзимнем состоянии.

Перед началом инструментальных работ производился визуальный осмотр дорог проездом на машине со скоростью 30-40 км. После таких осмотров составлялась общая оценка состояния дорог в целом, намечались характерные места по деформированности, водоотводу для детального обследования: испытания прочности, отбора проб на влажность, измерения толщин слоев, конструкции, оценки состояния местности (рис. 4-7).



Рисунок 4 - Опытный участок на автомобильной дороге «Усть-Каменогорск-Самарское», 17 км. В зимний период, 8 января 2003 года



Рисунок 5 - Опытный участок на автомобильной дороге «Усть-Каменогорск-Самарское», 17 км. В весенний период, 29 апреля 2003 года



Рисунок 6 - Опытный участок на автомобильной дороге «Усть-Каменогорск-Самарское», 17 км. В летний период, 23 августа 2003 года



Рисунок 7 - Опытный участок на автомобильной дороге «Усть-Каменогорск-Самарское», 17 км. В осенний период, 20 октября 2003 года

Наблюдения на постах. После описания ситуации на выбранных поперечниках дорог закладывали шурфы: на полосе наката (1,2-1,5 м от кромки), посередине проезжей части, посередине полосы движения, по кромке проезжей части (на отдельных постах: до нижней границы для установления глубины промерзания). В шурфах производили измерения толщин конструктивных слоев одежды, по внешнему виду описывали состояние, качество, сцепление между слоями, отбирали образцы их покрытия и основания для лабораторных испытаний. В грунтовом основании, начиная от дна корыта, через каждые 20 см отбирали пробы грунта на определение влажности, плотности, консистенции по количеству ударов (ударником СоюздорНИИ), измерялась температура грунта, описывались грунты земляного полотна, устанавливались границы их разновидностей.

В мерзлых слоях описывались текстура наличия ледяных прослоек или включений, их характер и размеры.

При проведении повторных наблюдений на постах шурфы закладывались рядом со старыми на расстоянии 300 м (рис. 8-11).

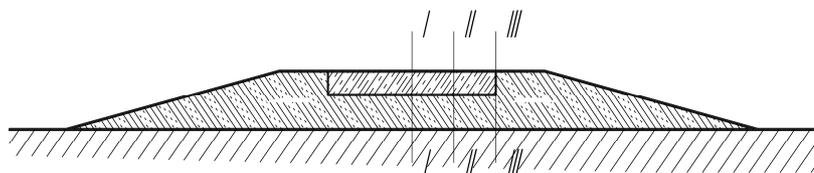


Рисунок 8 - Дорожная конструкция и пробуренные места для определения влажности, плотности и промерзания грунтов



Рисунок 9 - Пробуренная дорожная конструкция посередине проезжей части, посередине полосы движения и по кромке проезжей части



Рисунок 10 - Пробуренная дорожная конструкция посередине проезжей части, посередине полосы движения

После бурения дорожной конструкции и дорожного основания через каждые 50 см (глубина 3 метра) взяты пробы грунтов для определения влажности. Грунты были аккуратно завернуты в марлю, залиты парафином, чтобы не терялась влага, и доставлены в лабораторию Казавтодора (рис. 12) для дальнейшего исследования на влажность, плотность грунта, глубину промерзания (с помощью прибора Данилина).



Рисунок 11 - Пробуренная дорожная конструкция, глубина 4 м



Рисунок 12 - Пробы грунтов для определения влажности завернуты в марлю и залиты парафином

Взятые пробы грунтов были расфасованы в алюминиевые бьюксы, которые выдерживают температуру 220 C^0 , пронумерованы, взвешены на электронных весах типа ВР 110 (рис. 13) и складированы в электрошкаф при $t = 105\text{ C}^0$. Через сутки после сушки были снова взвешены. Полученные данные зафиксировали, и бьюксы с грунтами снова поставили в электропечь. После окончательной сушки грунты были снова взвешены и на основании полученных данных определена влажность (рис. 14).



Рисунок 13 - Бюксы с грунтом и электронные весы типа ВР110



Рисунок 14 - Электрический шкаф для сушки грунтов в бюксах

Описание условий эксперимента: горизонтальная местность; высота насыпи 0,5-0,6 м; односторонние неглубокие резервы; тип местности I.

Поперечные уклоны в пределах нормы. На покрытии большое количество поперечных и продольных трещин. Поперечные трещины короткие, берут начало от кромок и продольных трещин на оси и колеях. Все трещины имеют волнистый характер. Ровность покрытия хорошая. Имеются следы поверхностной обработки в виде узких полос битума. Конструкция дорожной одежды показана на рис. 15.



Рисунок 15 - Конструкция дорожной одежды по слоям

Прогибы под колесом на участке составляют в среднем 0,75 мм, а модули упругости – 2200÷2300 кг/см². Трещинообразование на покрытии, очевидно, связано с причинами технологического характера (условия укладки и укатки, грязное основание и т.д.).

Влажность и плотность грунта определялась по формуле:

$$W = \frac{m_{вл} - m_{сух.гр.}}{m_{сух.гр.} - m_{\phi}} \cdot 100 \%$$

На основании полученных ежемесячных графиков был построен годовой график, на котором видно, что с января по май и с октября по декабрь влажность колеблется от 35 % до 47 %, а с июня по август влажность грунтов колеблется от 19 % до 25 %. Из этого следует, что в осеннем, зимнем и весеннем периодах влажность очень высокая. В летнем периоде влажность низкая. Мы знаем, что климат в Восточном Казахстане резко конти-

ментальный: зима холодная, снежная – $-40...-50\text{ }^{\circ}\text{C}$; лето сухое, жаркое, без дождя – $+20...+40\text{ }^{\circ}\text{C}$; весной и осенью бывает много проливных дождей. Соответственно в летний период влажность уменьшается с 47 % до 19 %. Годовая средняя влажность грунтов показана на рис. 16.

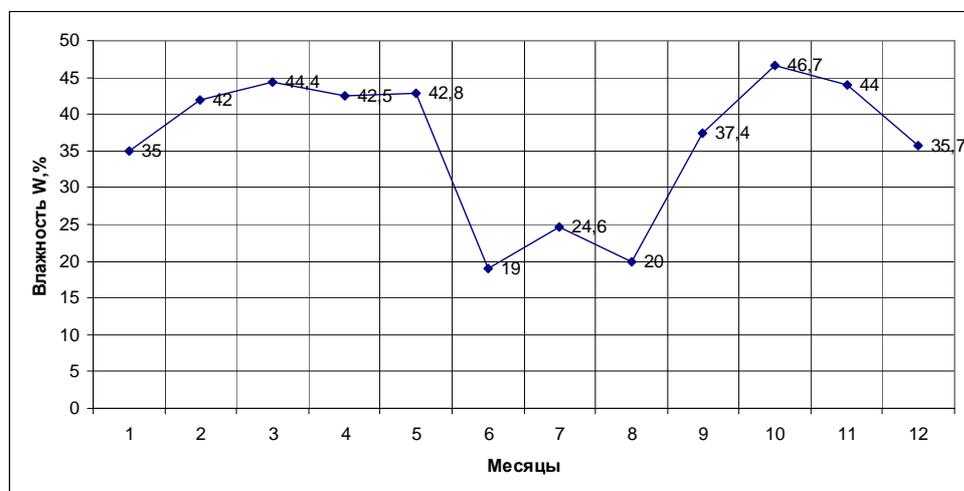


Рисунок 16 - Годовая средняя влажность грунтов

Обобщая данные наблюдений на постах и обследований характерных участков, можно сделать следующие выводы о состоянии и устойчивости дороги «Усть-Каменогорск-Самарское»:

1. Условия увлажнения в целом на дороге облегченные; распространены преимущественно сухие места и места с временным застоём воды (1 и 2 типы местности). Ко 2 типу отнесены участки с затрудненным водоотводом, межгорные впадины. Участков с длительным застоём нет (в течение года 20 дней). На км 16+500, где образуется застой в виде озера на большой площади уже к середине мая вода полностью сходит. Размывы полотна на этой дороге встречаются реже, в 2003-2004 гг. размывных участков не было.

2. Влажность верхнего слоя грунтового основания ниже оптимальной; в весенние периоды (2003, 2004 гг.) по всей дороге она изменяется в пределах 12-18 % (в абсолютных значениях), относительная влажность составляет 0,4-0,5 от предела текучести и редко превышает 0,6. Исключением служат: км 16+500, где относительная влажность доходит до 0,7-1,0, и участок 7 км (пучинистый), где относительная влажность выше 0,6, встречается только в местах «пучения». Вскрытия в промежутках между участками показали, что там переувлажнения не происходит, распределение влажности - по глубине. По данным наблюдений на постах влажность находится в пределах 0,4-0,6 от предела текучести без больших изменений в течение года, тогда как грунт поля сильно иссушается за лето (до 0,1 W_l). Осенью повышение влажности грунтов значительное.

Водно-тепловой режим находится в благоприятных условиях, наблюдаемые деформации переувлажнения (1-7 км) имеют исключительно местный характер, подвешенная капиллярная влага образуется вследствие неблагоприятного напластования грунтов, суглинистый слой задерживает фильтрацию поверхностных вод в подстилающем крупнозернистом гравийном материале. Эффективным мероприятием в данном случае явилась бы полная замена прослойки суглинка на гравийный материал, менее эффективно - устрой-

ство поглощающих колодцев (вертикальных дрен).

3. По прочности дорога не удовлетворяет существующему движению и требует реконструкции. Прогибы покрытия весной на дороге составили 1-3,5 мм. Коэффициент прочности 0,4-0,7 (редко более 1,0 - на скальных основаниях). Поэтому все наблюдаемые деформации происходят исключительно из-за недостаточной толщины дорожной одежды.

При существующей интенсивности движения (требуемый модуль упругости 1700 кг/см^2) обычные способы усиления путем смешения гравия на месте не дадут эффекта. Здесь нужны более капитальные типы покрытия на прочных основаниях (асфальтобетон или черные смеси, изготовленные в установке, грунтовые и гравийные основания, укрепленные вяжущими).

Список литературы

1. Касымов А.Е. Практические результаты исследований особенностей водно-теплого режима и методы его расчета // Вестник ВКГТУ. - 2007. - № 4. - Усть-Каменогорск, 2007. - С. 76-84.
2. Касымов А.Е. Корректировка расчетных значений параметров автомобильных дорог с учетом динамики влагонакопления и водно-теплого режима земляного полотна // Вестник ВКГТУ. - 2007. - № 3 (37). - Усть-Каменогорск, 2007. - С. 62-68.
3. Касымов А.Е. Устройство качественного основания автодорог при значительных перепадах водно-теплого режима земляного полотна // Вестник ВКГТУ. - 2007. - № 4 (38). - Усть-Каменогорск, 2007. - С. 84-89.
4. Касымов А.Е. Оценка водно-теплого режима земляного полотна и геотекстиль в конструкциях дорожных одежд // Вестник ВКГТУ. - 2007. - № 1 (39). - Усть-Каменогорск, 2008. - С. 81-87.
5. Касымов А.Е. Автомобильные дороги с учетом динамики влагонакопления и водно-теплого режима земляного полотна Юго-Восточного Казахстана // Региональный вестник Востока. - 2007. - № 4(36). - Усть-Каменогорск: ВКГУ им. С. Аманжолова, 2007. - С. 71-78.

Получено 02.03.11

УДК 625.855.3

Н.Ж. Маданбеков, Махмуд Дурмаз
КГУСТА им. Н. Исанова, г. Бишкек

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ В АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ

В последние годы условия работы автомобильных дорог существенно изменились. В составе транспортного потока происходит увеличение доли тяжелых многоосных автомобилей, осевая нагрузка которых значительно превышает расчетные нагрузки, принятые при проектировании автомобильных дорог. Это, вместе с недостаточным финансированием ремонта и содержания, привело к значительному росту дефектов на автомобильных дорогах.

Среди общей массы дефектов особое место занимают дефекты, связанные с недостаточной сдвигоустойчивостью асфальтобетонных покрытий.

Например, по данным Министерства транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики тенденция увеличения доли пластических деформаций (в данном случае колеи) имеет большую динамику развития и величину в сравнении с ямочностью и сеткой трещин.

В работе [1] дана классификация дефектов дорожного покрытия по остаточным деформациям, которые наблюдаются на поверхности:

– сдвиг по всей толщине покрытия без нарушения его ровности – характерен для от-

носителю сдвигоустойчивых покрытий; может быть вызван усталостью материала, приводящей к изменению структуры, встречается на пешеходных переходах или перед линией «стоп» в виде незначительного искривления маркировочных линий;

- сдвиг поверхностного слоя покрытия без нарушения ровности характерен для участков, на которых вследствие выдавливания битума из нижних слоев в верхнем слое покрытия глубиной до 20-30 мм накапливается излишнее его количество;

- поперечные волны определенной закономерности характерны для участков торможения и с уклонами; обусловлены недостаточной сдвигоустойчивостью покрытия, воздействием значительной сдвигающей нагрузки и нагревом покрытия;

- отдельные неровности и бугры приводят впоследствии к волнообразованию;

- колееобразные дефекты проявляются под воздействием грузового и тяжелого пассажирского транспорта на определенные зоны дорожного покрытия;

- наплыв поверхностного слоя покрытия вдоль кромки проезжей части характерен для прямых участков при наличии поперечного уклона.

Анализ дефектов асфальтобетонного покрытия позволяет сделать вывод, что во многом именно пониженная сдвигоустойчивость асфальтобетона предопределяет появление пластических деформаций. Кроме этого, на образование пластических деформаций дорожных асфальтобетонных покрытий значительно влияют климатические условия, а также условия движения транспорта на рассматриваемом участке.

Сдвигоустойчивость асфальтобетонных покрытий заключается в их способности противостоять развитию и накоплению необратимых пластических деформаций под воздействием нагрузки. Возникающие под воздействием транспортной нагрузки напряжения в асфальтобетонных слоях могут вызвать деформации сдвига как в горизонтальном, так и вертикальном направлении.

Анализ подходов к обоснованию требований к сдвигоустойчивости асфальта показал их многообразие. Однако в своей основе большинство подходов используют теорию прочности. Вместе с тем данная теория не может быть использована для оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона, связанной с пластическим деформированием.

Пластическое деформирование и разрушение представляют собой разные процессы, и поэтому недопустимо характеристики одного явления использовать для описания другого явления. Кроме того, даже имеющиеся требования к сдвигоустойчивости асфальтобетона по реологическим характеристикам (вязкости) [2] недостаточно дифференцированы.

С другой стороны, рассмотренные подходы к обоснованию требований к сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий показали, что для решения данной задачи необходимо учитывать такие факторы: как длительность нагружения, величина нагрузки, температурный фактор, а требования к сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий должны быть дифференцированы исходя из условий эксплуатации.

Методы устранения пластических деформаций в асфальтобетонных покрытиях разнообразны. В настоящее время разработаны рекомендации по устранению колеи [3], где представлена классификация различных методов ликвидации колеи. Данные методы могут быть применимы и для ликвидации других пластических деформаций асфальтобетонных покрытий.

Они подразделяются [3]:

- на организационно-технические мероприятия по снижению темпов образования пластических деформаций;

- методы ликвидации пластических деформаций без устранения причин их образования;

- методы устранения причин образования пластических деформаций;
- методы предупреждения образования пластических деформаций.

К организационно-техническим мероприятиям относятся следующие:

- ограничения движения тяжелого грузового автотранспорта в дневное время суток при высоких положительных температурах с переводом движения на ночное время;
- строгий весовой контроль за соблюдением требований по фактической величине нагрузки на ось автомобиля;
- организация равномерного распределения движения по всей ширине проезжей части;
- ликвидация узких мест, мест снижения скорости движения грузовых автомобилей, заторов и остановок с целью сокращения продолжительности приложения нагрузки.

Вторая группа содержит способы ликвидации пластических деформаций без устранения или с частичным устранением причин их возникновения.

Это различные способы ремонта дорожного покрытия с исправлением поперечного профиля всей проезжей части или полос наката без устранения причин образования пластических деформаций. Они чаще применяются в процессе эксплуатации дорог, для ликвидации волн и колеи, при глубине колеи до 35 мм или при ограниченных финансовых возможностях.

К этим способам относятся:

- частичное холодное или горячее фрезерование, при котором срезаются гребни вдоль колеи, волн, а глубина колеи и волн уменьшается до допустимых пределов;
- частичное горячее фрезерование с добавлением нового материала, его перемешиванием и уплотнением. Фрезерование может быть и холодным с укладкой нового слоя покрытия. После этого укладывают защитный слой или делают поверхностную обработку на проезжей части;
- двойная поверхностная обработка или укладка тонкого слоя покрытия на всю ширину проезжей части горячим или холодным способом типа Slurry Seal;
- частичное фрезерование по полосам наката либо поверхностное на всю ширину покрытия и укладка тонкого слоя износа горячим или холодным способом на всю ширину проезжей части, либо регенерация верхнего слоя покрытия методом Remux с добавлением новой смеси и регенерирующих добавок к старому битуму;
- укладка тонкого слоя покрытия на всю ширину проезжей части горячим или холодным способом без фрезерования старого покрытия.

В третью группу входят способы ликвидации пластических деформаций с устранением причин их возникновения:

- ремонт и усиление дорожной одежды с исправлением профиля всей проезжей части с укладкой новых дополнительных слоев покрытия, усиление их геосетками, георешетками и т.д.

Четвертая группа представляет собой способы предупреждения образования пластических деформаций (профилактика):

- расчет дорожной конструкции с учетом накопления остаточных деформаций, в котором они не превышают допустимого значения. При этом широкое применение могут найти различные методы армирования покрытий путем устройства прослоек их синтетических тканей, армирующих добавок, устройство жестких оснований и т.д.;
- подбор состава материала верхнего слоя дорожной одежды с высоким сопротивлением истиранию и образованию пластических деформаций при высокой температуре воздуха;
- ограничение движения тяжелых автомобилей весной, когда остаточные деформации

накапливаются в грунте земляного полотна, и в жаркие периоды лета или в отдельные часы дня с высокой температурой, когда остаточные деформации накапливаются в слоях асфальтобетона. Такие меры крайне нежелательны, но в некоторых случаях они могут быть необходимы.

В целом, необходимо отметить, что на существующих автомобильных дорогах для снижения сдвиговых нагрузок на асфальтобетонные покрытия можно сделать многое: снизить продольные уклоны, увеличить радиусы, ограничить движение транспорта и т.д. Однако решение проблемы образования пластических деформаций данными методами является очень затратным и в современной экономической ситуации вряд ли возможно. Поэтому следует рассмотреть еще один путь - улучшить свойства асфальтобетона, повысить его сдвигоустойчивость. Решение проблемы с этой стороны позволит сэкономить значительные средства на ремонте и содержании дороги.

Существует несколько методов повышения сдвигоустойчивости асфальтобетона [4]:

- создание каркасной (многощелевистой) структуры асфальтобетона, суть которой заключается в применении в составе асфальтобетона высокопрочного, кубовидного щебня с правильно подобранным гранулометрическим составом, в результате чего повышается внутреннее трение, понижается пластичность асфальтобетона;
- применение активных минеральных материалов, что позволяет улучшить взаимодействие битума с минеральными материалами и уменьшить количество битума в смеси;
- применение добавок полимеров, различных волокон, что позволяет улучшить весь комплекс физико-механических свойств асфальтобетона - повысить прочность, деформативную устойчивость, водоустойчивость.

Однако для создания каркасной структуры асфальтобетона требуются высокопрочные качественные каменные материалы, которые могут отсутствовать в близлежащих карьерах, а транспортировка из дальних регионов приведет к значительному удорожанию материала.

Применение активных минеральных материалов требует значительных вложений в оборудование для их получения, значительных энергозатрат, что может быть неоправданно с экономической точки зрения.

Применение полимеров и волокон в асфальтобетоне является одним из перспективных путей повышения качества асфальтобетона.

Технология получения асфальтобетона с применением полимеров, волокон не требует значительных капитальных затрат. С другой стороны, значительным положительным фактором применения данной технологии является экологический аспект с точки зрения возможного использования отходов промышленности [5]. Таким образом, введение в асфальтобетон различных волокон и полимерных добавок позволяет эффективно улучшить свойства асфальтобетона, повысить его сдвигоустойчивость с позиции технология-цена-качество-экология.

Список литературы

1. Гоглидзе В.М. Разработка положений сдвигоустойчивых и износостойких полужестких и дорожных покрытий: Дисс. ... д-ра техн. наук. - М., 1980.
2. Руденский А.В. Дифференцированные требования к прочности и деформативности асфальтобетона для различных условий применения при строительстве покрытий: Дисс. ... д-ра техн. наук. - Томск, 2000.
3. Рекомендации по выявлению и устранению колеи на жестких дорожных одеждах // Отраслевой дорожный методический документ. - М., 2002. - 180 с.
4. Гезенцвей Л.Б. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцвей, Н.В. Горельшев, А.М. Богуславский, И.В. Королев / Под ред. Л.Б. Гезенцвея. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1985. - 350 с.

5. Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером. – М.: Машиностроение, 1994. – 175 с.

Получено 16.03.11

УДК 625.089.2

Н.С. Нугуманов

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА ДОРОГ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ
И УЛИЧНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ В ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Общая протяженность сети дорог общего пользования в ВКО составляет 11 842 км, в том числе:

- республиканского значения – 3 420 км;
- областного значения – 3 186 км;
- районного значения – 5 235,8 км.

Уличная сеть городов составляет, ориентировочно, более 3 000 км. Состояние автомобильных дорог общего пользования в период ограниченного финансирования дорожной отрасли по причине невыполнения положенных в срок капитального и среднего ремонтов, а также плохого содержания привели к значительным разрушениям дорожной одежды, а местами и непроезжаемое состояние в силу следующих причин:

- плохого качества выполняемых работ, т.е. несоблюдения технологий, в первую очередь уплотнения (в дорожных эксплуатационных хозяйствах практически нет катков);
- плохого качества применяемых материалов, особенно асфальтобетона на верхние слои покрытия;
- полного отсутствия инновационных технологий производства строительных и ремонтных работ;
- плохого содержания, особенно в осенне-весенний период, что ведет к избыточному водонасыщению земляного полотна и конструкции дорожной одежды;
- на уличной сети дорог, где наблюдается самая большая интенсивность движения, одними из главных причин преждевременного разрушения покрытий являются: применение слабopрочных каменных материалов при устройстве и ремонте покрытий и разрушительное воздействие на покрытие шипованных колес автомобилей;
- некачественной подготовки проектно-сметной документации и ее экспертизы;
- отсутствия в потребном количестве дорожно-строительной техники для ремонта и содержания дорог (укомплектованность около 30 %);
- кратного необоснованного завышения цен на материалы и соответственно стоимости объектов, из-за чего из года в год сокращаются объемы выполненных работ в натуральном выражении. К примеру, рост цен на строительство дорог республиканского значения в 2010 году по сравнению с 2006 годом составил 5,2 раза;
- некачественной работы службы качества;
- низкого уровня подготовки инженерно-технического персонала, непроведение мер по их переподготовке и отсутствие зачастую на руководящих должностях областного уровня опытных высококвалифицированных работников, от которых практически зависит решение всех имеющихся проблем дорожной отрасли.

Устранение вышеназванных причин возможно следующим образом:

1. На дорогах общего пользования:

- Улучшение качества щебня, применяемого в асфальтобетоне, и в первую очередь, на верхние слои покрытия. Щебень, получаемый из КНМ г. Усть-Каменогорска, применять только на основания и нижние слои покрытия, так как его прочность не более 800 кг/см² при минимально необходимом – 1200 кг/см².
- Максимальное использование щебня из карьеров, находящихся рядом с п. Молодежный (для близлежащих дорог областного центра и г. Усть-Каменогорска, для г. Семипалатинска и прилегающих к нему дорог применять щебень из Суук-Булакского каменного карьера).
- Повсеместный переход на производство кубовидного щебня для применения в а/б и при устройстве ШПО (шероховато-поверхностная обработка) - слоя износа.
- Выработка новой стратегии планирования и производства строительных и ремонтных работ, которые необходимо проводить последовательно, применяя на последующих участках превентивные меры по предупреждению преждевременных разрушений.
- Совершенствование технологий с применением специализированных прицепных, навесных оборудований в целях повышения качества, правильности дозирования и получения требуемых геометрических параметров участков дорог после ремонта.
- Оснащение ими в первую очередь дорожных хозяйств и других предприятий, участвующих в дорожных работах.
- Использование при устройстве оснований техногенных самоцементирующихся отходов промышленности, что обеспечило бы прочность, долговечность основания.
- Сокращение необоснованного повышения цен в последние годы с 2000-10 000 тг. за тонну а/б.

2. На уличной сети дорог:

- Устройство покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ШМА) с повышенным содержанием щебня и битума, что на практике уже применяется в Алматы и Астане.
- Производить ШПО с применением кубовидного щебня, широко применяемую на западе, что по стоимости будет кратно дешевле устраиваемых практически через 2-3 года новых покрытий.

Специализированные машины с синхронным распределением битума и щебня в области уже имеются, остается закупить специальные дробильные установки для производства кубовидного щебня, который уже производится в Актюбинской, Акмолинской, Северо-Казахстанской и Алматинской областях и поставляется в другие регионы. По имеющимся сведениям в Восточно-Казахстанской области один из кирзаводов намерен выпускать щебень 5 фракций в объеме 870 тыс. т в год, в том числе кубовидный. Устройство ШПО в городах можно начинать уже сегодня с подходов к центру уличной сети дорог с применением того щебня, что производится.

В части организации производства щебня на территории АО «Зона развития бизнеса» отмечено следующее: в территорию 70 га, отведенную под АО, каменный карьер не входит. По вопросу возможности применения материала этого карьера надо отметить, что его использование как с притрассового (без разведки запаса) в 50-е годы прошлого века показало себя положительно. Каких-либо разведочных данных по определению запасов и

прочностных параметров нет. Решение данного вопроса положительно сказалось бы в будущем на всю строительную индустрию, особенно при строительстве и ремонте автодорог.

Трассирование реконструируемой автомобильной дороги Усть-Каменогорск – Зырянск – Рахмановские ключи, начиная от с. Северное и далее, ведется, по моему мнению, неверно. На сегодня с 47 по 57 км уже произведена реконструкция, с 57 по 72 км - на выходе ПСД. С точки зрения экономической целесообразности и удобства пользователей - жителей трех районов с населением более 100 тыс. человек, а также лучшего развития туризма, предлагаемый мной вариант трассирования обеспечит лучшие транспортно-эксплуатационные условия и, самое главное, сокращение времени на проезд, т.е. если мы сейчас из г. Усть-Каменогорска до с. Васильевка (115 км) едем более 2-2,5 часов, то по предлагаемому варианту трассирования - не более 1 часа. Трассирование будет пролегать ориентировочно по существующей до середины XX века дороге через бывшие населенные пункты: Троеглазовка – Светлый Ключ - Верх-Таловка – Васильевка, протяженностью около 38-45 км и даст сокращение более чем на 23-30 км (рис. 1).

Эксплуатационные расходы будут значительно меньше в связи с благоприятными климатическими условиями, особенно в зимний период, не говоря об уменьшении стоимости строительства в целом. Ответвление можно произвести с 50 по 53 км существующей дороги. Проект по обходу Осиновского перевала с выходом на 72 км существующей дороги удлиняет данный участок на 6 км в сравнении с существующим, не решает проблему лавин. Дальнейшая реконструкция с трассированием через цементный завод повлечет трудности по переходу в двух местах железной дороги со строительством дорожных развязок. Жителям верхних районов этого региона и туристам необязательно созерцать экологически неблагоприятную обстановку на территории, прилегающей к цементному заводу, и разваленные населенные пункты на пути следования.

Надо отметить, что стоимость уже запроектированного участка 57-72 км достаточно высокая из-за наличия в проекте 30 труб, длиной до 80 м, с расположением на косогорах и одного очень сложного четырехпролетного криволинейного моста. Ориентировочная стоимость проекта будет 10-14 млрд тг. Принимая во внимание, что государством изысканы средства на реконструкцию дороги по прошествии почти 70-ти лет, обоснованное использование этих средств требует большого внимания. Существующая дорога и часть реконструированной с (50) 53 по 57 км может быть использована как альтернативная и функционировать, как и прежде, но с более лучшими, безопасными условиями из-за сокращения интенсивности движения.

Практика последних лет показывает, что при ремонте автомобильных дорог общего пользования и уличной сети повсеместно стало применяться устройство выравнивающего слоя под ШПО или верхний слой покрытия.

Устройство нормативно необоснованного и неутвержденного так называемого выравнивающего слоя, закладываемого в сметные расчеты от 100 порой до 400-500 тонн на 1 км, стало обыденным делом. Из сказанного следует:

1. Если нормативно не определен объем расхода укладываемого выравнивающего слоя, то это относится к противоправным действиям и оценивается как злоупотребление. Этот вид работы дает сверхприбыль, и ее результат больше зависит от взаимоотношений подрядчика и заказчика, чем от объективной необходимости.

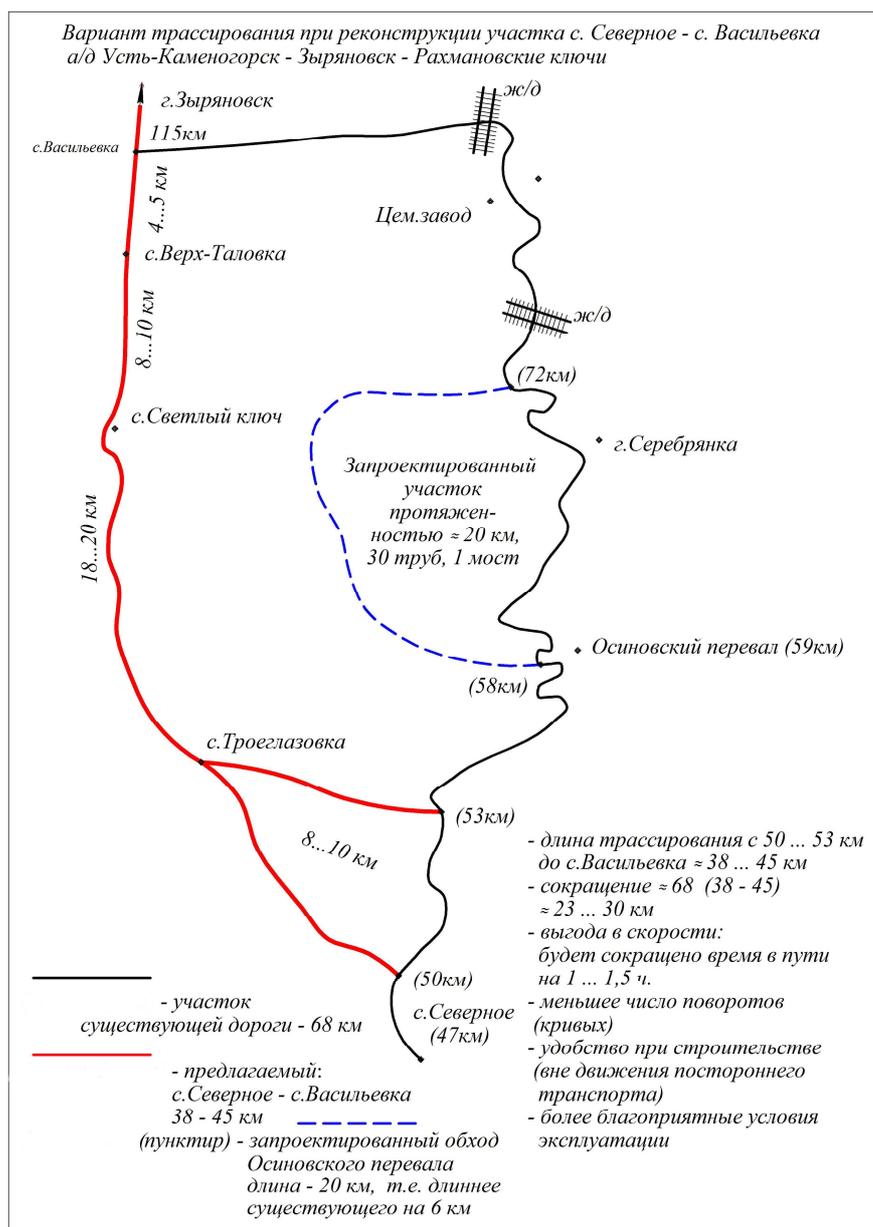


Рисунок 1 – Вариант трассирования при реконструкции участка с. Северное – с. Васильевка автомобильной дороги Усть-Каменогорск – Зыряновск – Рахмановские ключи

Уложенный выравнивающий слой, затем закрытый ШПО или новым слоем покрытия (уличная сеть), вызывает сомнения в части достоверности уложенного объема, так как нет никакой возможности (при принятии и последующей оплате) определить достоверность уложенных 400 т выравнивающего слоя при фактически уложенных 40 т. (На возражения, что ныне существует способ оценки с составлением актов скрытых работ, отмечу, что это относится, в основном, к равномерно уложенным материалам нижних слоев дорожной одежды).

2. Устроенный выравнивающий слой технически не всегда гарантирует сохранение покрытия в течение 4-5 лет. Сегодня в редких случаях при резком ухудшении технического состояния встречаются одинаково дефектные или ровные участки, наоборот, частым стали просадки при целостности покрытия или полностью разрушенные участки, относящиеся к капитальному ремонту и которые невозможно устранить только выравнивающим слоем.

Учитывая сложившуюся мировую практику эксплуатации автомобильных дорог, где ШПО остается одним из главных способов сохранения покрытий, следует оставить ШПО как вид ремонта, при условии, что ШПО должна устраиваться как отдельный вид работы, освидетельствоваться и приниматься без выравнивающего слоя, т.е. с возможностью проверки, определения уложенных и разлитых материалов (как было всегда). Аналогично, при ремонте уличной сети и устройстве выравнивающего слоя приемку вести отдельно от покрытия.

При резком ухудшении технического состояния всей сети дорог общего пользования (а их более 88 тыс. км в Республике Казахстан, в т. ч. в ВКО – 11 842 км) и неоднократном пропуске ремонтов (за 20 лет капитального - 2 раза, среднего - 4...5 раз) нужно координированно менять стратегию не только среднего, но и других видов ремонта.

Учитывая все ухудшающееся состояние автодорог и вновь принятые нормативные документы (инструкция, рекомендации, расценки) дорожной отрасли Республики Казахстан в части ремонта, необходимо планируемый участок ремонта предварительно (не менее чем за месяц до начала работ) пройти так называемым «маршрутным способом» с применением специализированных навесных (многочисленных разработанных) оборудований, носящих патентную новизну. Нужно рассмотреть вопрос о включении «маршрутного способа» и в средний ремонт, организационно дав возможность выполнять его как подрядным способом, так и силами ДЭУ РГП КАЗАХАВТОДОР и структур областного подчинения.

Применение предлагаемого оборудования позволит экономно, качественно, быстро обеспечить ремонт гравийных, щебеночных, грунтовых дорог, протяженность которых в ВКО составляет: областного значения - 688 км, местного - более 3 700 км (более 50 % общей протяженности). На сегодня областное управление транспорта и дорог намерено закупить 2 комплекта оборудования, в отличие от областных подразделений МТиК, где в целом отсутствуют какие-либо намерения применять инновации.

Считаю необходимым на каждом дорожном участке иметь по одному комплекту этого оборудования для ремонта дорог областного значения и оказания услуг при ремонте и содержании дорог местного значения, что позволит не только улучшить состояние дорог, но и эффективно их использовать. Изготовление оборудования для нужд области (а также продажу другим регионам) необходимо организовать на базе машиностроительных мощностей нашей области.

УДК 624.012.8.001.24

З.Н. Родионова, Л.П. Есипенко, Е.Б. Шестакова
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

ИССЛЕДОВАНИЕ КАСАТЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ОРТОТРОПНОЙ ПОЛУПЛОСКОСТИ ОТ ВНЕШНЕЙ НАГРУЗКИ

В настоящее время при расчетах фундаментов в качестве основания используется модель изотропного однородного полупространства или полуплоскости. Стремление приблизить теорию к экспериментальным результатам привело к появлению в механике грунтов различных расчетных моделей оснований, отличающихся от модели упругой, однородной среды. Нами рассматривается модель трансверсально-изотропного основания. Исследуется влияние поперечной анизотропии в плоской задаче теории упругости на характер изменения касательных напряжений в ортотропной полуплоскости.

Для упругой однородной ортотропной полуплоскости (рис. 1), от действия на ее верхней грани нормальной сосредоточенной силы «Р», С.Г. Лехницким в работе [1] были получены формулы для составляющих напряжений σ_x , σ_y , τ_{xy} .

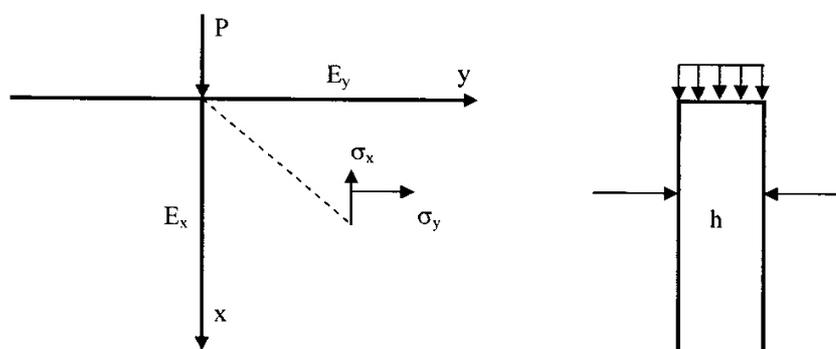


Рисунок 1

$$\sigma_x = -\frac{P \cdot u_1 \cdot u_2 (u_1 + u_2)}{\pi \cdot h} \cdot \frac{x^3}{(y^2 + u_1^2 \cdot x^2) \cdot (y^2 + u_2^2 \cdot x^2)}, \quad (1)$$

$$\sigma_y = -\frac{P \cdot (u_1 + u_2) \cdot u_1 \cdot u_2}{\pi \cdot h} \cdot \frac{x \cdot y^2}{(y^2 + u_1^2 \cdot x^2) \cdot (y^2 + u_2^2 \cdot x^2)}, \quad (2)$$

$$\tau_{xy} = -\frac{2 \cdot P \cdot u_1 \cdot u_2}{\pi \cdot h} \cdot \frac{x^2 \cdot y}{(y^2 + u_1^2 \cdot x^2) \cdot (y^2 + u_2^2 \cdot x^2)}, \quad (3)$$

где h – толщина полуплоскости, принимаемая равной единице;

u_1, u_2 – корни характеристического уравнения [1].

$$a_{22} \cdot u^4 - (a_{66} + 2a_{12}) \cdot u^2 + a_{11} = 0, \quad (4)$$

где

$$a_{22} = \frac{1}{E_y}; \quad a_{11} = \frac{1}{E_x}; \quad a_{12} = -\frac{\nu_1}{E_x} = -\frac{\nu_2}{E_y}; \quad a_{66} = \frac{1}{G}; \quad (5)$$

E_Y – модуль упругости в направлении оси «у»;

E_X – модуль упругости в направлении оси «х»;

ν_1 – коэффициент Пуассона, характеризующий сокращение в направлении оси «у» при растяжении в направлении оси «х»;

ν_2 – коэффициент Пуассона, характеризующий сокращение в направлении оси «х» при растяжении в направлении оси «у»;

G – модуль сдвига.

Пределы изменения модуля сдвига берем следующие:

$$\frac{E_Y}{2 \cdot (1 + \nu_2)} \geq G \geq \frac{E_X}{2 \cdot (1 + \nu_1)}, \text{ при отношении } 1 < \frac{E_X}{E_Y} < 1. \quad (6)$$

Исследуется закон изменения касательных напряжений по горизонтальным площадкам ортотропной полуплоскости для следующих отношений $\lambda = \frac{E_X}{E_Y}$:

1. При отношении $\lambda < 1$ берем минимальное значение модуля сдвига:

$$G = \frac{E_X}{2 \cdot (1 + \nu_1)}. \quad (7)$$

Тогда характеристическое уравнение запишется так:

$$\frac{1}{E_Y} \cdot u^4 - \left[\frac{2 \cdot (1 + \nu_1)}{E_X} - \frac{2 \cdot \nu_1}{E_X} \right] \cdot u^2 + \frac{1}{E_X} = 0. \quad (8)$$

После преобразований и подстановки $\lambda = E_X / E_Y$ получим:

$$u^4 - (2/\lambda) \cdot u^2 + 1/\lambda = 0. \quad (9)$$

При отношении модулей упругости $E_X / E_Y > 1$ также примем минимальное значение модуля сдвига:

$$G = \frac{E_Y}{2(1 + \nu_2)}. \quad (10)$$

Для этого случая характеристическое уравнение будет иметь вид:

$$\lambda u^4 - 2\lambda u^2 + 1 = 0. \quad (11)$$

Анализ изменения нормальных напряжений в ортотропной полуплоскости [2] показывает, что наибольшее влияние отношения модулей упругости на величину и характер распределения напряжений происходит при

$$5 \leq \frac{E_X}{E_Y} \leq 0,2. \quad (12)$$

Исследуем частные случаи влияния отношения λ на характер изменения касательных напряжений по горизонтальным площадкам ортотропной полуплоскости.

Примем $\lambda = \frac{E_X}{E_Y} = 0,2$. Тогда характеристическое уравнение (9) переписывается так:

$$u^4 - 10 \cdot u^2 + 5 = 0. \quad (13)$$

Положительные корни уравнения (13): $u_1 = 3,077$; $u_2 = 0,7266$.

По формуле (3) построен график изменения касательного напряжения τ_{xy} по горизонтальной площадке в осях x и y (рис. 2).

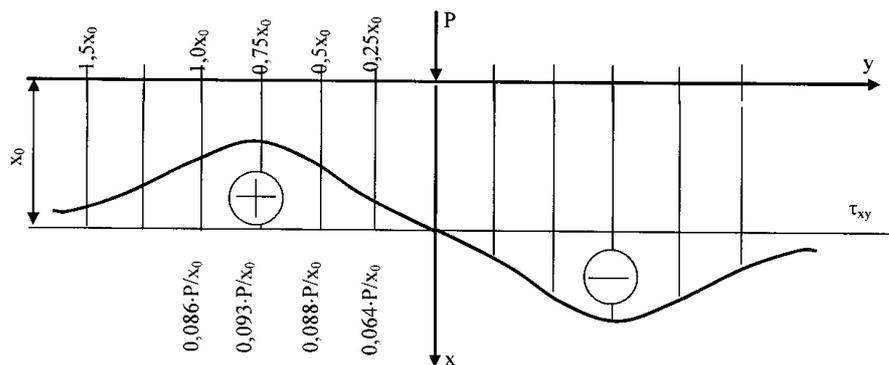


Рисунок 2

Максимального значения касательное напряжение достигает при $y=0,75x_0$, $\tau_{xy}=0,093 \cdot P/x_0$.

2. Примем $\lambda > 1$, то есть $\lambda = 5$. Характеристическое уравнение (11) будет иметь следующий вид:

$$5u^4 - 10u^2 + 1 = 0. \quad (14)$$

Положительные корни уравнения равны: $u_1=1,376$; $u_2=0,325$.

Полученные значения корней уравнения (14) использованы при построении графика изменения касательных напряжений τ_{xy} по горизонтальным площадкам (рис. 3). Для этого использовано уравнение (3).

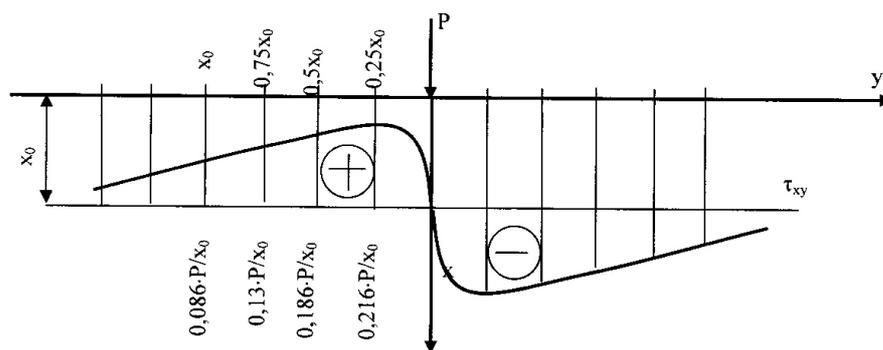


Рисунок 3

В данном случае касательные напряжения достигают максимального значения при $y = 0,25x_0$, при этом $\tau_{xy} = 0,216 \cdot P/x_0$.

Для сравнения на рис. 4 приведена эпюра касательных напряжений по горизонтальной площадке изотропной полуплоскости при действии на ее поверхности сосредоточенной силы. Формула распределения касательных напряжений в изотропной полуплоскости имеет вид:

$$\tau_{xy} = -\frac{2P}{\pi \cdot h} \cdot \frac{x^2 \cdot y}{(x^2 + y^2)^2}. \quad (15)$$

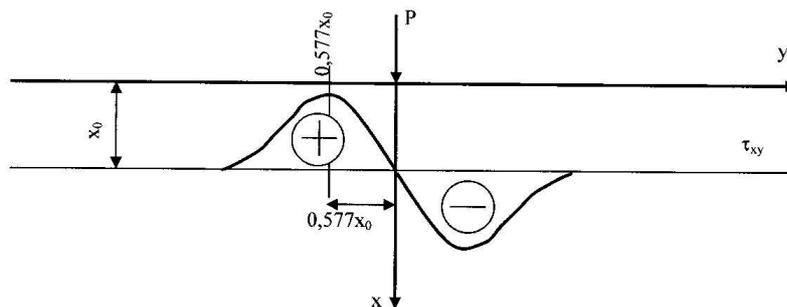


Рисунок 4

Максимального значения касательные напряжения, действующие по горизонтальным площадкам, изотропной полуплоскости достигают при значении координаты $y = 0,577x_0$, $\tau_{xy} = 0,207P/x_0$.

Сопротивление грунтовых оснований сдвигу, то есть значение касательных напряжений, относятся к основным механическим характеристикам оснований. По сопротивлению грунтов сдвигу определяют предельные и расчетные сопротивления грунтовых оснований. Поэтому исследование реальных свойств грунтовых оснований необходимо для обеспечения эксплуатационной надежности сооружений, возводимых на грунтовых основаниях.

Список литературы

1. Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропных тел. – М.: Техничко-теоретическая литература, 1950.
2. Родионова З.Н. Напряжения в ортотропной полуплоскости от внешней распределенной нагрузки / З.Н. Родионова, Л.П. Есипенко // Вестник ВКГТУ. – 2001. – № 3. – Усть-Каменогорск, 2001.

Получено 15.02.11

ПО СТРАНИЦАМ



ПРОФИЛЬ НА ЛЮБОЙ ВКУС

Инструментальщики из г. Муром предлагают деревообработчикам сборные фрезы со сменными твердосплавными ножами. С их помощью можно получать доски самого разного профиля. Они были продемонстрированы на выставке «Лесдревмаш-2010» в Экспоцентре на Красной Пресне.

Новый профиль можно получить, даже не меняя ножи: достаточно взять заготовку другой толщины или установить ее на другой высоте.

«Наука и жизнь» № 11, 2010