

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, свидетельствующий 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 коренным образом 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 (мной 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.

Получено 15.03.11

---

---

**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 полу平面. 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 полу平面.

Для упругой однородной ортотропной полу平面 (рис. 1), от действия на ее верхней грани нормальной сосредоточенной силы  $\langle P \rangle$ , С.Г. Лехницким в работе [1] были получены формулы для составляющих напряжений  $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ .

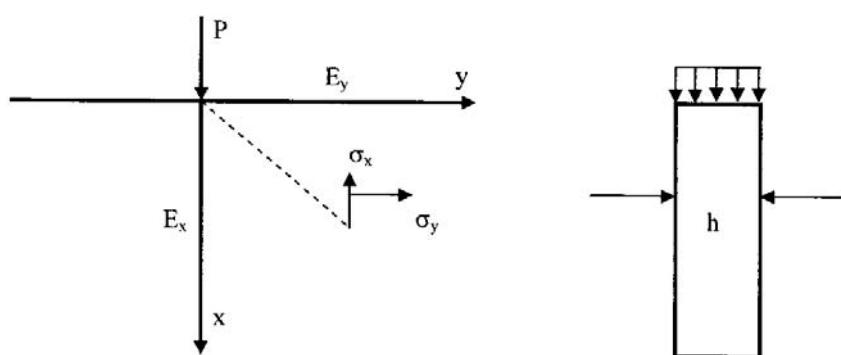


Рисунок 1

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

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

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

где  $h$  – толщина полу平面, принимаемая равной единице;

$u_1, u_2$  – корни характеристического уравнения [1].

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

где

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

$E_Y$  – модуль упругости в направлении оси «у»;

$E_X$  – модуль упругости в направлении оси «х»;

$\nu_1$  – коэффициент Пуассона, характеризующий сокращение в направлении оси «у» при растяжении в направлении оси «х»;

$\nu_2$  – 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:

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

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  $\lambda$  на характер изменения касательных напряжений по горизонтальным площадкам ортотропной полуплоскости.

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

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

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

По формуле (3) построен график изменения касательного напряжения  $\tau_{XY}$  по горизонтальной площадке в осях  $x$  и  $y$  (рис. 2).

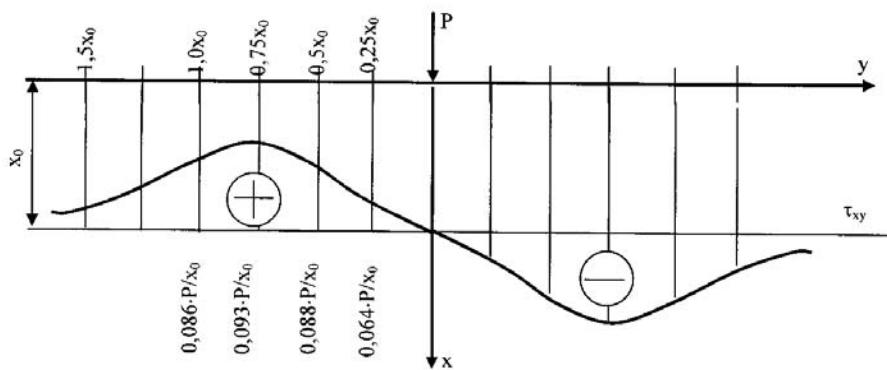


Рисунок 2

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  $\tau_{xy}$  по горизонтальным площадкам (рис. 3). Для этого использовано уравнение (3).

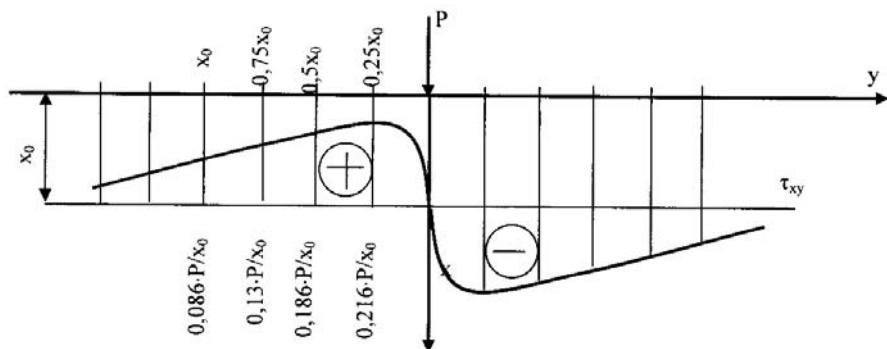


Рисунок 3

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

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:

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

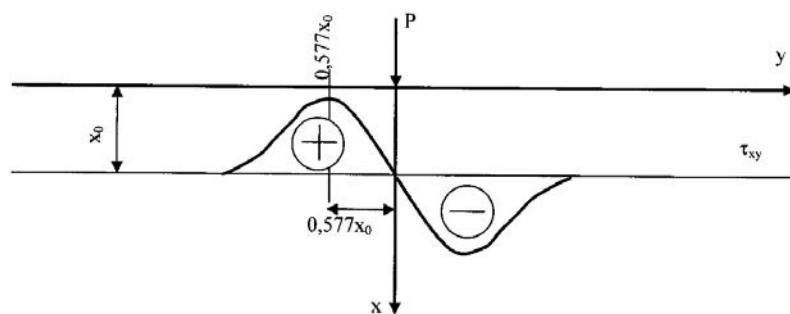


Рисунок 4

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

- Лехницкий С.Г. Теория упругости анизотропных тел. – М.: Технико-теоретическая литература, 1950.
- 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. Мурома 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