

$$t_{\text{рес}} = t_{\text{исп}} \cdot \quad (10)$$

С учетом стохастического характера времени выполнения заказа  $t_{\text{исп}}$ , и остаточного ресурса  $t_{\text{рес}}$  необходима коррекция вышеназванного условия:

$$t_{\text{рес}} \geq t_{\text{исп}} \cdot \quad (11)$$

То есть заказ на запасную часть необходимо подавать не позднее даты  $T_{\text{зак}} = T_{\text{отк}} - t_{\text{исп}}$ . На практике, такой заказ должен быть подан несколько раньше данной даты. При определении сроков отказа используются так называемые прогнозные модели.

В данном методе задачу прогнозирования сроков отказа целесообразно рассматривать лишь с точки зрения выходной информации – даты отказа детали  $T_{\text{отк}}$ , относительно которой рассчитываются сроки ремонтов и сроки отказа индивидуальных запасных частей.

#### Список использованных источников

1. Материально-техническое обеспечение агропромышленного комплекса: учеб. : для студентов высших учебных заведений по специальности 31/900 – Технологии обслуживания и ремонта машин в АПК / В.Я. Лимарев [и др.]; под ред. В.Я. Лимарева. – М.: Известия, 2004. – 624с.
2. Миклуш, В.П. Организация технического сервиса в агропромышленном комплексе : учеб. пособие / В.П. Миклуш, А.С. Сайганов – Минск: ИВЦ Минфина, 2014. – 607с.
3. Симарев, Ю.А. Математические методы определения потребности в запасных частях // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. №1. – С. 48–50.

УДК 539.3/6(07)

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛА СДВИГА В ИССЛЕДУЕМОЙ ТОЧКЕ НАГРУЖЕННОГО ТЕЛА

*Студент – Филипеня А.А., 40 тс, 2 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Мисуно О.И., к.т.н., доцент*

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** в статье рассмотрена методика определения угла сдвига в исследуемой точке нагруженного тела, испытывающего растяжение и сжатие.

**Ключевые слова:** теория деформированного состояния, относительная угловая деформация, угол сдвига, угол поворота, относительная продольная деформация, коэффициент Пуассона.

В природе не существует абсолютно твердых тел. Все тела под действием внешних сил изменяют свою форму и размеры, т.е. деформируются. В процессе нагружения тела положение его точек в пространстве непрерывно изменяется. Понятие «деформация» в механике материалов применяется в качественном смысле, как всякое изменение формы и размеров тела, и в количественном – как мера изменения состояния тела в точке. При нагружении тела рассматривается только его начальное и конечное деформированное состояние. Поэтому время деформирования, траектория движения точек в процессе деформации, свойства материала во внимание не принимаются.

В теории деформированного состояния различают наряду с относительной линейной и относительную угловую деформации. Рассмотрим сущность и определение относительной угловой деформации или угла сдвига, который является мерой искажения формы элемента при сдвиге.

Рассмотрим пластину, на поверхности которой выделим квадрат  $BCDK$ , повернутый к поперечному сечению на угол  $\alpha$  (рисунок 1).

После приложения к пластине вдоль оси равномерно распределенной растягивающей нагрузки интенсивностью  $p$  увеличиваются продольные и уменьшаются поперечные размеры, квадрат  $BCDK$  превращается в четырехугольник  $BC_2D_2K_2$ , прямой угол  $CBD$  становится острым углом  $C_2BD_2$ . При этом сторона  $BC$  повернется на угол  $w_a$  по ходу часовой стрелки, сторона  $BD$  – на угол  $w_{a+90^\circ}$  против хода часовой стрелки. Тогда угол сдвига в точке  $B$  принадлежащей плоскости  $CBD$  будет равен пределу разности углов  $\pi/2$  и  $C_2BD_2$ , когда точки  $C$  и  $D$  стремятся к точке  $B$ :

$$g = \lim_{C \rightarrow B, D \rightarrow B} (CBD - C_2BD_2) = w_a - w_{a+90^\circ} \quad (1)$$

Для конструкционных материалов величина угла сдвига весьма малая.

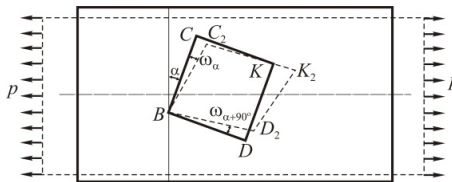


Рисунок 1 – Схема к определению угла сдвига

Определим угол поворота  $w_a$  стороны  $BC$ . Для этого на отрезке  $BC$ , как на гипотенузе построим треугольник  $BLC$  (рисунок 2). В результате увеличения продольных размеров пластины точка  $C$  переместится в по-

ложение  $C_1$ , а отрезок  $BC$  повернется на угол  $W_{a1}$ . Поскольку этот угол весьма мал, то его можно найти как

$$w_{a1} \gg \sin w_{a1} = \frac{CC_1 \cos a}{BC} = \frac{LC \times \varepsilon \cos a}{BC} = \frac{\varepsilon}{2} \sin 2a, \quad (2)$$

где  $\varepsilon$  – относительная продольная деформация.

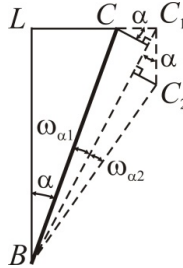


Рисунок 2 – Схема к определению угла поворота отрезка  $BC$

Затем точка  $C_1$ , в результате уменьшения поперечных размеров пластины, перемещается в положение  $C_2$ . При этом отрезок  $BC_1$  повернулся на угол  $W_{a2}$ . Этот угол также весьма мал и определяется как

$$w_{a2} \gg \sin w_{a2} = \frac{C_1C_2 \sin a}{BC} = \frac{BL \times \varepsilon' \sin a}{BC} = \frac{\varepsilon'}{2} \sin 2a, \quad (3)$$

где  $\varepsilon'$  – относительная поперечная деформация.

Тогда угол поворота отрезка  $BC$  будет равен

$$w_a = w_{a1} + w_{a2} = \frac{(\varepsilon + \varepsilon')}{2} \sin 2a = \frac{\varepsilon(1+m)}{2} \sin 2a, \quad (4)$$

где  $m$  – коэффициент поперечной деформации или коэффициент Пуассона.

Аналогично, рассматривая поворот отрезка  $BD$ , который расположен к поперечному сечению пластины под углом  $a + 90^\circ$  можно установить величину его угла поворота, который будет равен

$$w_{a+90^\circ} = \frac{(\varepsilon + \varepsilon')}{2} \sin 2(a + 90^\circ) = - \frac{\varepsilon(1+m)}{2} \sin 2a. \quad (5)$$

Подставляя в формулу (1) выражения (4) и (5) получим искомую величину угла сдвига в точке  $B$  принадлежащей плоскости  $CBD$

$$g = \varepsilon(1+m) \sin 2a. \quad (6)$$

Подставляя в выражение (6) относительную продольную деформацию из закона Гука при растяжении и сжатии и после преобразований получим

$$g = \frac{s}{E} (1+m) \sin 2a = \frac{F}{2AG} \sin 2a, \quad (7)$$

где  $E$  – модуль упругости материала;  
 $F$  – равнодействующая внешних сил;  
 $A$  – площадь поперечного сечения элемента конструкции;  
 $G$  – модуль сдвига материала.

Таким образом, полученная зависимость (7) показывает, что при растяжении и сжатии бруса относительная угловая деформация или угол сдвига зависит от величины силы, жесткости при сдвиге и положения элемента в окрестности исследуемой точки по отношению к поперечному сечению, т.е. в зависимости от угла  $\alpha$ . Так если угол  $\alpha$  равен 0 или  $90^\circ$  угол сдвига равен 0. Наибольшая величина угла сдвига достигается при расположении элемента под углом  $45^\circ$  к поперечному сечению бруса испытывающего растяжение и сжатие.

УДК 631.311

## **ИЗМЕРЕНИЕ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

*Студент – Романюк К.Г., 38 тс, 2 курс, ФТС  
Научный*

*руководитель – Мисуно О.И., к.т.н., доцент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** в статье рассмотрены метод и средства измерения тягового сопротивления почвообрабатывающей машины, агрегируемой с трактором по двухточечной схеме.

**Ключевые слова:** почвообрабатывающая машина, тяговое сопротивление, тензометрическая навеска, тензометрическая станция, тензометрическое кольцо, тензорезистор.

Производительность машинно-тракторных агрегатов зависит от многих факторов и условий работы, и в первую очередь от энергоемкости процесса обработки почвы. Главным же показателем энергоемкости процесса является тяговое сопротивление агрегируемой сельскохозяйственной машины или орудия.

Тяговое сопротивление сельскохозяйственных машин и орудий является важнейшим энергооценочным параметром машинно-тракторного агрегата. Определение его величины в полевых условиях необходимо, например, для выбора наиболее производительных составов агрегатов и режимов их рабо-