

2. Назаренко І.І. та ін.. Системний аналіз технічних об'єктів. – К.: КНУБА, 2009. – 164 с.
3. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем (2-е видання). К.: Видавничий Дім «Слово», 2010. – 440 с.
4. Узунов А.В. Развивающаяся модель и алгоритм проектирования мехатронных объектов/ А. Узунов// Промислова гідравліка і пневматика. Всеукраїнський науково-технічний вісник, 2011. - №2(32). – С.87-90.

УДК 693.95.075.8

Сівко В.Й.¹

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РУЙНУВАННЯ СЕРЕДОВИЩ В УМОВАХ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ

АНОТАЦІЯ. Як основний чинник деформування і середовища розглянуто поле напружень під дією штамп. Установлена зонна руйнування, її розміри і залежність від параметрів навантаження розрахована енергія руйнування.

Ключові слова: напруження, деформація, міцність, руйнування.

АННОТАЦИЯ. Как основной фактор деформирования и среды рассмотрено поле напряжений под действием штампа. Установлена зона разрушения, ее размеры и зависимость от параметров нагрузки рассчитана энергия разрушения.

Ключевые слова: напряжение, деформация, прочность, разрушение.

ABSTRACT. the analytical going near the estimation of the stress and deformed state of working environment of earthmover with the difficult geometrical form of array and close located insignificant deformed walls of trench and body of pipe on the example of the ground foundation of main pipeline.

Key words: tension, soil, environment, pipeline.

Вступ. В технологічних процесах виробництва (подрібненні, змішуванні, ущільненні будівельних матеріалів чи розробці ґрунта) при дії на середовище зовнішніх сил воно деформується. Коли деформація перевищує граничні значення, середовище руйнується.

Відомими науковими школами з теорії міцності, такими як: проф. Вайнберга Д. В., Варвака П.М.(НТУ), Баженова В.А (КНУБА), Голишева Б.М. (НДІБК), Гвоздева А.А., Зайцева Ю.В.(НІІЖБ) досягнуто значних успіхів у розрахунках будівельних конструкцій при пружному навантаженні. Проте їх результатами неможливо скористатися для розрахунків Н.-д стану матеріалів, які мають велику в'язкість і піддаються значним деформаціям. В той же час вирішення таких задач дозволяє оптимізувати способи переробки металів і технологічні процеси виробництва. Проблема руйнування досліджувалась автором для випадку витікання бетонної суміші [3] бункерів [1], віброущільнення бетонних сумішей [2], дії штамп на ґрунтового середовища[3].

Виклад основного матеріалу. Напружений стан під штампом. Задача про дію штамп на ґрунтового середовища моделювала процес взаємодії робочого органа енергійної машини з ґрунтом або гусениці машини з ґрунтом. Розглядався штамп шириною $2a$ і ґрунт в вигляді півпростору (плоска задача). Диференційні рівняння, які описують напружений стан під штампом,

мали вигляд:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = 0; \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0. \quad (1)$$

Розв'язок задачі отримали при граничних умовах:

$$\text{при } y = 0, \quad -a \leq x \leq a \quad \sigma_x = 0, \\ \sigma_y = \rho$$

$$\text{при } y = -a \quad \sigma_x = 0, \quad \sigma_y = -\rho$$

і умові пластичності:

$$\frac{1}{4}(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2 = k^2,$$

де, k - параметр зв'язаності середовища.

Внаслідок певних перетворень і переходу до нових перемінних χ і φ , отриманні рівняння характеристик.

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \left(\varphi \pm \frac{\pi}{4} \right); \quad \chi \pm \varphi = \operatorname{const}.$$

Отримано числове рішення задачі в координатах k і l

$$x_{kl} = \frac{y_{k-2l} - y_{k,l-2} - x_{k,l-2} \operatorname{tg} \left(\varphi_{k,l-2} + \frac{\pi}{4} \right) - x_{k-2,l} \operatorname{tg} \left(\varphi_{k-2,l} - \frac{\pi}{4} \right)}{\operatorname{tg} \left(\varphi_{k,l-2} + \frac{\pi}{4} \right) - \operatorname{tg} \left(\varphi_{k-2,l} - \frac{\pi}{4} \right)}, \quad (2)$$

$$\sigma_x = -\rho + k(2\chi + 1), \quad \sigma_y = -\rho + k(2\chi - 1); \quad (3)$$

¹ Сівко В.Й., д.т.н., професор, Київський національний університет будівництва і архітектури.

$$\tau_{xy} = k \cdot \sin 2\varphi \tag{4}$$

$$2\chi_{k,l} = \xi_k + \eta_l; \quad 2\varphi_{k,l} = \xi_k - \eta_l \tag{5}$$

Для прикладу в роботі виконані розрахунки поля напруженого стану в піщаному ґрунті вологістю 10% і зв'язністю $k = 0.5 \frac{H}{M}$. Розрахунок зведе-

ний до таблиці. В клітинках [0,0], [0,1]... [0,12] записувались довільно задані значення φ і відповідні значення χ , x і y , розраховані за формулами

$$\begin{cases} x+a \\ y \end{cases} = \pm\sqrt{2} a \cos\left(\varphi \pm \frac{\pi}{4}\right), \quad 2\varphi = \frac{1}{2} - \chi$$

В діагональні клітинки [1,1], [2,2], [12,12], відповідні точкам вертикальної осі y , заносяться значення $\varphi=0$, $x=0$:

Розрахунок χ , φ , x , y , у внутрішніх клітинках таблиці 1 проводиться за формулами (2), (3), (5), а

визначену величину χ , y в діагональних клітинках за формулами

$$\chi_{s,t} = \eta_t, \quad y_{s,t} = y_{s-1,t} - x_{s-1,t} \operatorname{tg}\left(\varphi_{s-1,t} - \frac{\pi}{4}\right)$$

Нормальна компонента напружень вздовж вертикальної осі у дорівнює:

$$\sigma_x = -\rho + k(2\chi + 1)$$

Поле напруженості під штампом являє собою криволінійну сітку в вигляді «Луковиці», створену горизонтальними і вертикальними лініями. Ці лінії являють собою сімейство характеристик, (ліній ковзання по В.В.Соколовському). Як показали наші експериментальні дослідження [2] лінії ковзання є лініями руйнування матеріалу. Ці лінії збігаються з напрямком головних деформацій.

Таблиця 1.

Напружений стан ґрунтового середовища під дією рівномірно розподіленого навантаження.

	k	0	1	2	...	12
	1	0				
χ	0	0.50				
$-\varphi$		0.00				
x		0.50				
y		1.00				
	1	0.59	0.07			
χ	1	0.59	0.07			
$-\varphi$		0.09	0.00			
x		0.09	0.00			
y		1.08	1.18			
...
	12	1.54	1.63			2.56
χ	12	1.54	1.63			2.56
$-\varphi$		1.05	0.96			0.00
x		1.37	1.42			0.00
y		1.37	1.60			5.34

Зона руйнування. Продемонструємо механізм руйнування ґрунтового середовища під штампом шляхом розгляду чисельних значень напружень і відповідних ним значень деформації, користуючись залежністю між напруженими і деформаційними (σ - ϵ) для вибраного нами ґрунтового середовища (генетичний код матеріалу)[2]. Завантажимо штамп силою $P=50 \cdot 10^{-4}$ МПа. На осі y (точка [0,0]) маємо

$$\delta_x = -\rho + k(2x+1) = -\rho + k(2 \cdot 0.5 + 1) = 0$$

$$m. [0.1], \sigma_x = 0,09\rho; \quad m. [0.3], \sigma_x = 0,26\rho; \quad m. [0.6],$$

$$\sigma_x = 0,5\rho; \quad m. [0.9], \sigma_x = 0,78\rho;$$

$$m. [0.12], \sigma_x = 1,04\rho \sim 50 \cdot 10^{-4} \text{ МПа.}$$

Для вибраного ґрунту напруження $50 \cdot 10^{-4}$ МПа= σ_x тобто граничне пружне напруження. Збільшенням напружень здійснюється пластичне деформування ґрунту, коли при незначному збільшенні напружень різко зростають деформації. Матеріал руйнується. Таким чином

для точки [0.12], маємо границю зони руйнування. Визначимо нижню границю зони руйнування.

$$m. [3.12]: \sigma_x = -\rho + k(2 \cdot 1,8 + 1) = 0,9\rho;$$

$$m.[6.12]: \sigma_x = 1,07\rho \sim 50 \cdot 10^{-4} \text{ МПа.}$$

Таким чином ми маємо всю границю зони руйнування. Збільшення навантаження ця зона збільшується.

Енергія руйнування. Встановити характер взаємодії робочих органів машини з середовищем і знайти оптимальний характер цієї взаємодії можна визначивши енергію деформації. Для безкінечного елемента $dx \cdot dy \cdot dz$ робота деформування дорівнює [3]

$$A = \frac{1}{2} \iiint (\sigma_x \epsilon_x + \sigma_y \epsilon_y + \dots) dx \cdot dy \cdot dz$$

За безкінечно малу величину ділянки візьмемо розмір клітини. В зоні руйнування цих клітин буде $12 \times 6 \times 2 = 144 \text{ шт}$. Розмір клітини при ширині штамп $2a=1\text{м}$, $a=0.5\text{м}$.

Ширина зони $\sim 2a \times 2=4a=2\text{м}$. Таким чином клітина має розмір $1:12= 0.08 \times 0.08 \text{ м}$. Граничне значення пружної

деформації [1] складає $\varepsilon_s = 1.0 \cdot 10^{-3}$. Лінійна деформація елемента.
 $\Delta l = \varepsilon_s \cdot l = 1.0 \cdot 10^{-3} \cdot 0.08 = 8 \cdot 10^{-5}$
 Енергія деформування.

$\delta_x \cdot \Delta l \cdot 144 = 50 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-5} \cdot 144 = 57.6 \text{ Н} \cdot \text{м}$
 З заглибленням відповідно збільшується енергія руйнування.

Висновки

Описано напружено–деформований стан ґрунту під дією навантаження. Він являє собою сітку ліній руйнування.

1. Отримані габарити зони руйнування в залежності від навантаження на штамп і фізико-механічних властивостей ґрунта.
2. Аналітично описано енергія руйнування і отримані чисельні її значення в залежності від габаритів штампа і властивостей ґрунта.

Література

1. Сівко В.Й, Овчар В.П. Исследования рабочего процесса поверхностного виброформирования армоцементных конструкций.
2. Сівко В.Й. Основи механіки вибрируемой бетоной смеси. – К.: Вища школа, 1968, 180с.
3. Сівко В.Й. Напружено-деформований стан будівельних матеріалів в технологічних процесах виробництв. –К.: НТУ,2010, 350с.

УДК 693.242.523

Свиридюк Д.Я.¹

АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА КОНСТРУКТИВНО – ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БЕТНОЗМІШУВАЧІВ

АННОТАЦІЯ. Аналіз літературних джерел та вітчизняних стандартів показує, що, незважаючи на всі різноманіття конструкцій, бетонозмішувачі (розчинозмішувачі) класифікують за трьома основними ознаками: принципу змішування, характеру роботи, способу установки.

Ключові слова: бетонозмішувач, об'єм по завантаженню, циклічний, гравітаційний змішувач, змішувач примусової дії, планетарний бетонозмішувач.

АННОТАЦИЯ. Анализ литературных источников и отечественных стандартов показывает, что, несмотря на все многообразие конструкций, бетоносмесители (растворосмесители) классифицируют по трем основным признакам: принципу смешивания, характеру работы, способу установки.

Ключевые слова: бетоносмеситель, объем по загрузке, циклический, гравитационный смеситель, смеситель принудительного действия, планетарный бетоносмеситель.

ANNOTATIONS. Analysis of literature and national standards shows that, despite all the diversity of structures, concrete (mortar) is classified in three main features: the principle of mixing, nature of work, method of installation.

Keywords: concrete mixer, volume on loading, cyclic, gravity mixer, mixer of forced action, planetary mixer.

Постановка проблеми. При сучасних темпах виробництва і відповідальності будівельних конструкцій актуальною є проблема якості бетонної суміші. Якість бетонної суміші визначається точністю дозування компонентів і рівномірністю їх розподілу між собою по всьому об'єму суміші. Змішування компонентів в однорідну суміш є досить складним технологічним процесом, який залежить від складу суміші, її властивостей, часу перемішування і конструкції змішувачого при-

строю. Тому на сьогоднішній день питання вибору того, чи іншого змішувача, в залежності від потреб виробництва, є досить важливим аспектом.

Аналіз літературних джерел та вітчизняних стандартів показує, що, незважаючи на всі різноманіття конструкцій, бетонозмішувачі (розчинозмішувачі) класифікують за трьома основними ознаками: принципу змішування, характеру роботи, способу установки.

¹ Свиридюк Д.Я., аспірант, Київський національний університет будівництва і архітектури.