

УДК 621-192

Определение действующего напряжения в стреле одноковшового экскаватора на мелиоративных работах

В. Е. Касьянов, М. М. Зайцева, А. А. Котесова, А. А. Котесов

(Ростовский государственный строительный университет)

Предлагается метод определения параметров распределения Фишера — Типпета генеральной совокупности конечного объёма (A_c , B_c , C_c) по выборочным данным средневзвешенных напряжений. При этом рекомендуется использовать средние значения параметров A_c , B_c , C_c , полученные при многократном моделировании.

Ключевые слова: выборочные данные, напряжение, распределение Фишера — Типпета, совокупность, моделирование.

Введение. На сельскохозяйственных и мелиоративных работах наряду с сельхозмашинами (зерноуборочные комбайны, сеялки, культиваторы) широкое применение получили ряд строительных, в том числе землеройных машин. Среди них следует отметить дорогостоящую и сложную машину — одноковшовый экскаватор, который получил распространение на мелиоративных работах.

Актуальной задачей машиностроительной отрасли остаётся повышение эффективности техники. Одним из основных показателей надёжности (долговечности) является усталостный ресурс машины (детали). Известно, что для его определения необходимо определить действующее напряжение в опасном сечении детали при эксплуатации. При этом получение распределения средневзвешенных напряжений [1] в реальных условиях — трудоёмкая и дорогостоящая задача, так как требуется провести тензометрирование однотипных деталей на представительной партии машин (например, одноковшовых экскаваторов), которые обычно территориально рассредоточены. В данной ситуации на первый план выходят задачи совершенствования и разработки новых методов получения параметров распределения генеральной совокупности конечного объёма (совокупности) с помощью выборочных данных.

Действующее напряжение в стреле одноковшового экскаватора. В данной работе предлагается метод определения параметров совокупности распределения Фишера — Типпета (ФТ) A_c , B_c , C_c по выборочным данным средневзвешенных напряжений, алгоритм которого представлен на рис. 1.

Известно [1], что для аппроксимации данных по нагруженности применяется распределение ФТ 2-го порядка:

функция распределения

$$F(x) = \ell^{\left(\frac{c-x}{a}\right)^b}, \quad -\infty < x < c,$$

плотность распределения

$$f(x) = \frac{b}{a} \left(\frac{c-x}{a}\right)^{b-1} \ell^{\left(\frac{c-x}{a}\right)^b},$$

где a , b , c — параметры распределения ФТ.

По принципу соответствия выборки и совокупности конечного объёма (репрезентативности выборки) параметры форм выборки b и совокупности B_c будут равны, т. е. $B_c = b$ [2].

По данному алгоритму проведён вычислительный эксперимент. Из моделированной совокупности значений средневзвешенных напряжений $\sigma_{сви}$ в опасном сечении стрелы экскаватора (рис. 2) с параметрами распределения $A_c = 33,05$; $B_c = 3,03$; $C_c = 69,6$ объёма $N_c = 10^4$ получены

выборки объёмом $n = 50$ в количестве $m = 50$ штук. Определены параметры распределения совокупности $A_{c\gamma i}$, $B_{c\gamma i}$, $C_{c\gamma i}$ для $\gamma = 0,95 \dots 0,9_{50}$, где $i = 1, \dots, m$.



Рис. 1. Алгоритм получения параметров распределения ФТ A_c , B_c , C_c для совокупности средневзвешенных напряжений: $\sigma_{c\gamma i}$ — вариационный ряд средневзвешенных напряжений; a, b, c — выборочные параметры распределения ФТ; n — объём выборки; $\Gamma(-)$ — гамма-функция; U_{γ} — квантиль нормального распределения; γ — вероятность, соответствующая нормальному распределению

Найдены максимальные C_{amax} , A_{amax} ; минимальные C_{amin} , A_{amin} и средние $C_{сспр}$, $A_{сспр}$ значения параметров. Вычислены погрешности $\delta_i, \%$, их определения относительно параметров исходной совокупности. Результаты представлены в табл.

Построены графики плотности распределения ФТ выборочных данных и совокупности (рис. 3).

Построены графики погрешностей определения параметров распределения ФТ совокупности средневзвешенных напряжений (рис. 4, 5).

Параметры распределения Фишера — Типпета для совокупности и погрешности их определения δ , %

γ	$C_{\min}$	δ , %	$C_{\text{ср}}$	δ , %	$C_{\max}$	δ , %	$A_{\min}$	δ , %	$A_{\text{ср}}$	δ , %	$A_{\max}$	δ , %
0,95	64,19	8,4	71,49	2,4	77,32	9,9	26,31	-25,63	32,91	-1,3	38,44	14,0
0,99	65,47	6,3	72,86	4,3	78,90	11,8	27,67	-19,43	34,44	3,1	40,12	17,6
0,9 ₃	66,91	4,0	74,41	6,3	80,68	13,7	29,22	-13,11	36,18	7,9	42,00	21,3
0,9 ₄	68,09	2,2	75,68	7,8	82,14	15,3	30,48	-8,42	37,59	11,4	43,55	24,1
0,9 ₅	69,12	0,7	76,78	9,1	83,40	16,5	31,59	-4,63	39,91	14,2	44,90	26,4

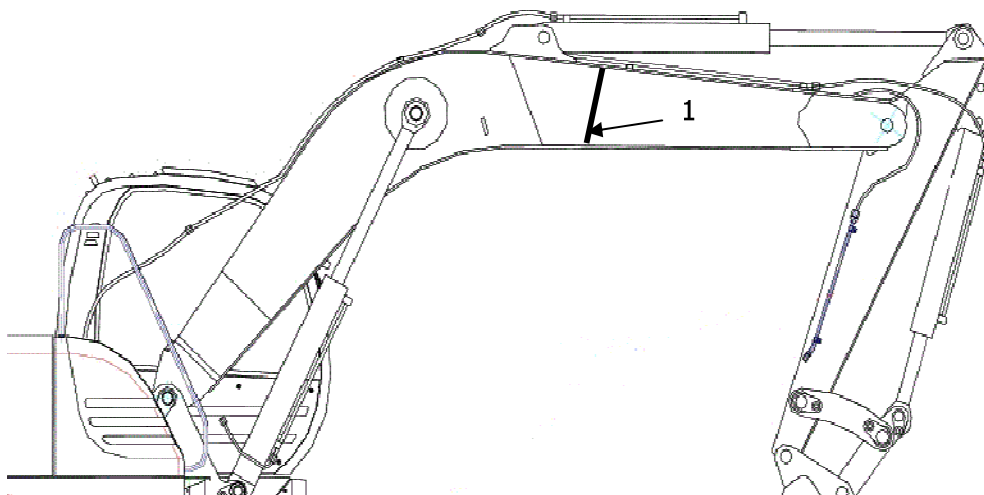


Рис. 2. Опасное сечение (1) стрелы одноковшового экскаватора

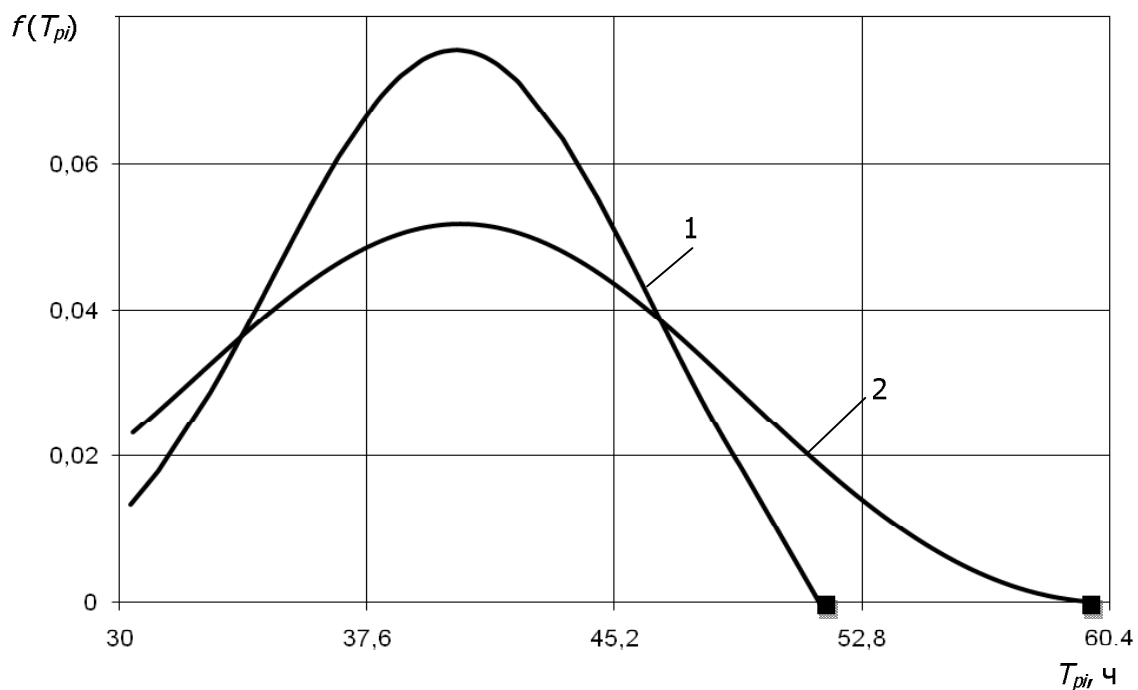
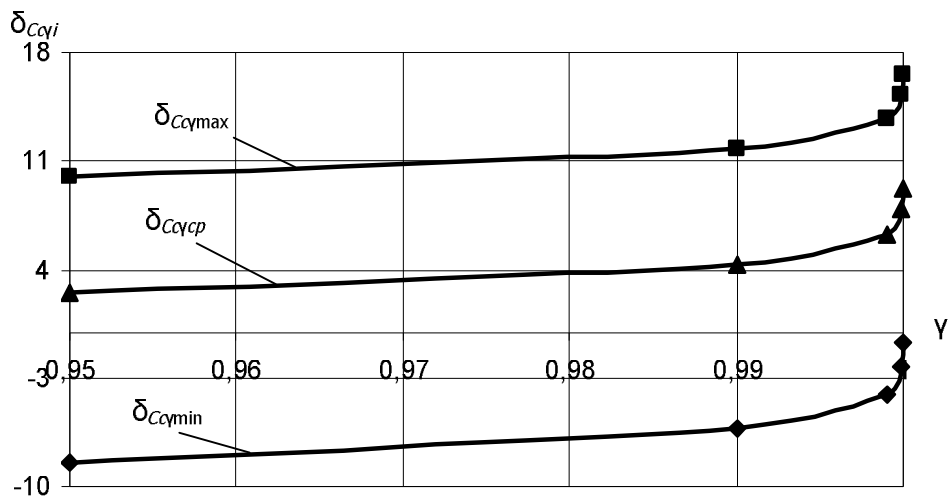
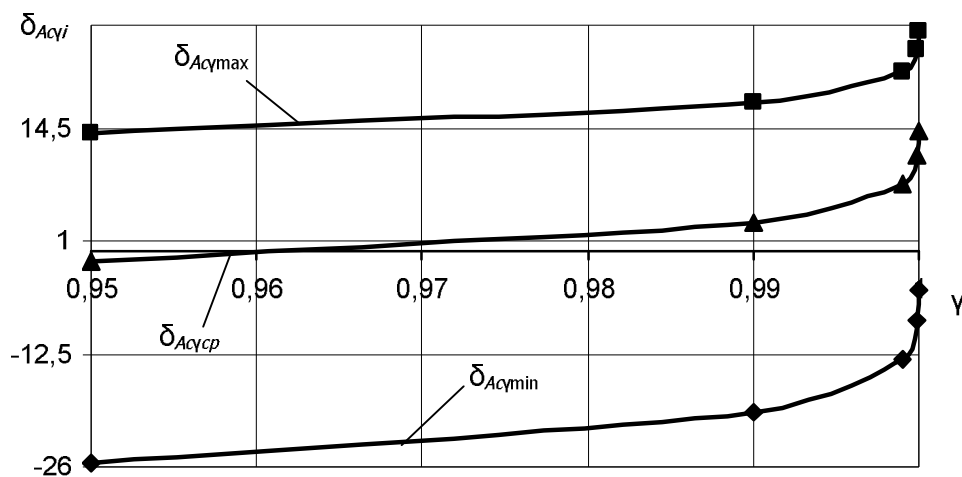


Рис. 3. Плотности распределения ФТ выборочных данных (1) и совокупности (2) средневзвешенного напряжения

Рис. 4. Погрешности определения минимальных, максимальных и средних параметров C_{cyi} Рис. 5. Погрешности определения минимальных, максимальных и средних параметров A_{cyi}

Заключение. Таким образом, предлагаемый метод позволяет получить параметры распределения Фишера — Типпета генеральной совокупности конечного объема средневзвешенных напряжений. При этом рекомендуется использовать средние при многократном моделировании параметры, так как погрешность в данном случае минимальная и составляет для $C_{ср} = 2,4—9,1 \%$, а для $A_{ср} = 1,3—14,2 \%$.

Библиографический список

1. Справочник по надёжности. В 3 томах. Том 3 / под ред. Б. Е. Бердичевского. — Москва: Мир, 1970. — 376 с.
2. Определение параметров распределения закона Вейбулла для совокупности конечного объема / В. Е. Касьянов [и др.]. — Деп. в ВИНТИ № 21-В2012 от 24.01.2012.

Материал поступил в редакцию 08.12.2011.

References

1. Spravochnik po nadyozhnosti. V 3 tomax. Tom 3 / pod red. B. E. Berdichevskogo. — Moskva: Mir, 1970. — 376 s. — In Russian.
2. Opredelenie parametrov raspredeleniya zakona Vejbulla dlya sovokupnosti konechnogo ob`yoma / V. E. Kas`yanov [i dr.]. — Dep. v VINITI # 21-V2012 ot 24.01.2012. — In Russian.

DETERMINATION OF OPERATING STRESS IN SHOVEL BOOM AT RECLAMATION WORK

V. E. Kasyanov, M. M. Zaytseva, A. A. Kotesova, A. A. Kotesov
(Rostov State Construction University)

The method of determining Fisher—Tippett distribution parameters of final volume parent population (A_α , B_α , C_α) under the sampled data of the average stress is offered. Thereby, average values of A_α , B_α , C_α parametres obtained in the repetitive simulation are recommended to use.

Keywords: *sampled data, stress, Fisher—Tippett distribution, population, simulation.*