

## Уточненное определение ресурса совокупности по выборочным данным для стрелы одноковшового экскаватора

А.А. Котесова

Основной задачей машиностроительной отрасли является обеспечение надежности строительных машин, в частности одноковшового экскаватора (ЭО). Известно [3,9], что одним из основных показателей надежности (долговечности) является гамма - процентный ресурс. При этом значение ресурса, полученное по выборочным данным часто оказывается завышенным, что на практике может привести к преждевременным, то есть незапланированным отказам. Вместе с тем экспериментальное получение для совокупности деталей ресурса объема  $N_c=10^3$  и более является очень долгим и дорогостоящим процессом, особенно для базовых деталей экскаватора, например, стрелы.

В данной работе предлагается метод расчета усталостного ресурса стрелы одноковшового экскаватора для совокупности конечного объема, с помощью аналитического метода определения параметров закона Вейбулла [1,2,10]. Расчет выполнен по алгоритму, который представлен на рисунке 1.

Обозначения, приведенные в алгоритме:

$K_{\sigma i}$  – коэффициент, учитывающий концентрацию напряжений от сварки;  $\varepsilon_{\sigma}$  – коэффициент, учитывающий влияние абсолютных размеров поперечного сечения на предел выносливости детали;  $\beta$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;  $\psi_{\sigma}$  – коэффициент, учитывающий остаточные напряжения при сварке;  $m_1$  – показатель угла наклона кривой усталости;  $\gamma$  – заданная вероятность безотказной работы;  $A_c, B_c, C_c$  – параметры трехпараметрического распределения Вейбулла совокупности  $Tr_i$ ;  $N_0$  – базовое число циклов нагружения;  $N_c$  – объем совокупности;  $a_p$  – сумма относительных усталостных повреждений;  $\sigma_{-1}$  – предел выносливости стали;  $\sigma_{св}$  – средневзвешенное напряжение в опасном сечении стрелы ОЭ;  $\dot{U}$  – рахождение между ресурсами выборки и совокупности.

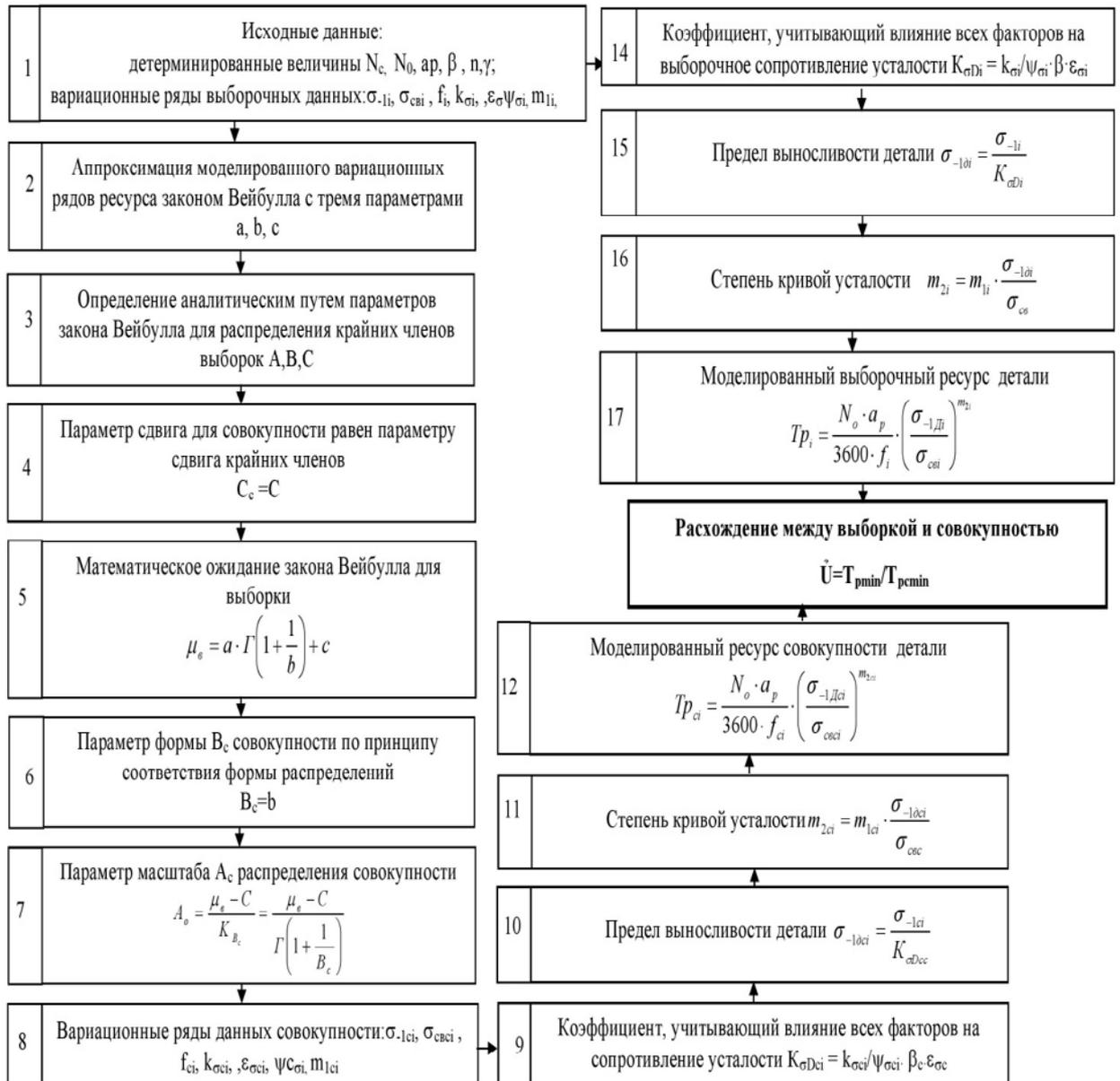


Рис1. Алгоритм определения уточненного расхождения между минимальными ресурсами по выборке и совокупности

Полученные при использовании предложенного алгоритма моделированные значения ресурса  $T_{pi}$  аппроксимируются трехпараметрическим законом Вейбулла и с помощью аналитического метода определяются параметры распределения совокупности ресурса [4,5,6,7,8]. Затем сравниваются минимальные значения ресурса выборки и совокупности.

По алгоритму были посчитаны расхождения между минимальными ресурсами выборки и совокупности которые представлены в таблице.

По алгоритму были посчитаны расхождения между минимальными ресурсами выборки и совокупности которые представлены в таблице.

Расхождения между минимальными ресурсами выборки и  
совокупности

Стали	$T_{p\min}$	$T_{pc\min}$	$\bar{U}$
Ст 3 10 мм	19945,31	542,0017	36,79934
Ст 3 12 мм	151010,4	5730,873	26,35034
Ст 3 14 мм	126265,1	5666,195	22,28393
Ст 3* 10 мм	141508,8	5641,226	25,08476
Ст 3* 12 мм	293351,8	12612,6	23,25864
Ст 3* 14 мм	380652,2	13996,22	27,19679
09Г2С 8 мм	251352,5	20365,31	12,34219

Построены графики плотностей распределения ресурсов выборок и совокупностей (рис.2).

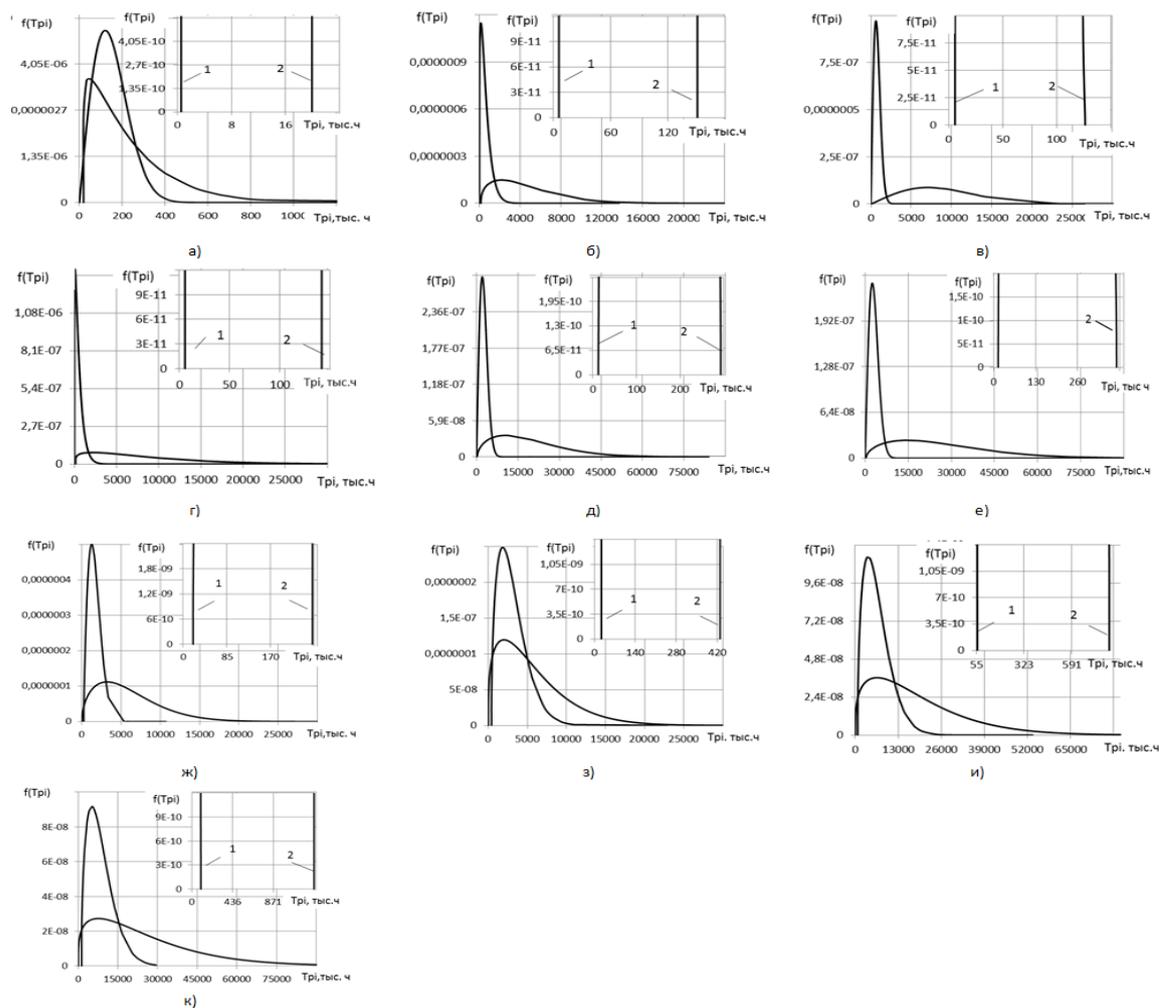


Рис. 2. Плотности распределения ресурса выборки и совокупности стрелы одноковшового экскаватора: 1 – распределение выборок; 2 – распределение совокупности;

а– Ст 3 10 мм; б –Ст 3 12 мм

в –Ст 3 14 мм; г – Ст 3 10 мм увеличение сечения на 20%;

д – Ст 3 12 мм увеличение сечения на 20%; е – Ст 3 14 мм увеличение сечения на 20%;

ж – 09Г2С 8 мм; з – 09Г2С 10 мм; и – 09Г2С12 мм; к – 09Г2С14 мм

Таким образом, предлагаемый метод позволяет получить значения усталостного ресурса стрелы одноковшового экскаватора для совокупности конечного объема по выборочным данным. При этом расхождения  $\hat{U}$  между выборочным ресурсом и ресурсом совокупностью варьируется от 12 до 37. Из чего можно сделать вывод, что для вероятности безотказной работы 0,99 – 0,99999 значения рассчитанного по совокупности ресурса стрелы экскаватора не соответствует ресурсу, рассчитанному по выборочным данным, т.е. ресурс стрелы ОЭ для выборки будет завышенным, что приведет к незапланированным отказам.

#### Библиографический список

1. Крамер Г. Математические методы статистики. – М.: Мир, 1975. – 648с.
2. ГОСТ 11.007-75. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла. М.: Изд-во стандартов, 1975. - 30 с.
3. Серенсен С.В., Кагаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчеты деталей машин на прочность. – М.: Машиностроение, 1975. – 488с.
4. Касьянов В.Е., Зайцева М.М., Котесова А.А., Котесов А.А. Оценка параметров распределения Вейбулла для совокупности конечного объема. Деп. ВИНТИ № 21-В2012 от 24.01.12

5. Котесова А.А., Зайцева М.М., Котесов А.А. Определение действующего напряжения в стреле одноковшового экскаватора [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (часть 2). – Режим доступа: <http://ivdon.ru> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

6. Касьянов В.Е., Котесов А.А., Котесова А.А. Аналитическое определение параметров закона Вейбулла для генеральной совокупности конечного объема по выборочным данным прочности стали [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №2.– Режим доступа: <http://ivdon.ru> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

7. Касьянов В.Е., Зайцева М.М., Котесова А.А., Котесов А.А., Котова С.В. Расчетно-экспериментальное определение гамма-процентного ресурса стрелы одноковшового экскаватора для генеральной совокупности конечного объема [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №1. – Режим доступа: <http://ivdon.ru> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

8. Касьянов В.Е., Шулькин Л.П., Котесова А.А., Котова С.В. Алгоритм определения параметров прочности, нагруженности и ресурса с помощью аналитического перехода от выборочных данных к данным совокупности [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2012, №4 (часть 2). – Режим доступа: <http://ivdon.ru> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

9. Applied statistics and probability for engineers / Douglas C. Montgomery, George C. Runger.—3rd ed.

10. W.J. DeCoursey / Statistics and Probability for Engineering Applications With Microsoft® Excel. – 2003 – 400 p. – Elsevier Science (USA).