

## Оптимизация вероятности безотказной работы стрелы одноковшового экскаватора

А.А. Котесова

(Ростовский государственный строительный университет, Ростов н/Д)

Оптимизация вероятности безотказной работы (ВБР) для заданного усталостного ресурса стрелы как базовой детали одноковшового экскаватора, является важной экономической задачей [1].

Оптимальное значение ВБР может быть получено в результате рассмотрения различных вариантов изготовления стрелы экскаватора.

В качестве возможных вариантов, связанных с изменением прочностных характеристик и действующего напряжения в опасном сечении стрелы, предлагается:

1. Увеличение толщины стенки стрелы (с 10 на 12 мм).
2. Изменение марки стали (со Ст3 на 09Г2Сили 15ХСНД).

В связи с этим рассмотрено 6 вариантов изготовления детали (табл. 1).

Таблица 1

Возможные варианты изготовления стрелы одноковшового экскаватора

№ варианта	Марка стали	Толщина стенки, мм
1	Ст3	10
2	Ст3	12
3	09Г2С	10
4	09Г2С	12
5	15ХСНД	10
6	15ХСНД	12

Для разных вариантов изготовления стрелы одноковшового экскаватора рассчитана величина удельных затрат как отношение суммарных затрат на изготовление (цена) стрелы и эксплуатационных затрат к объему разработанного одноковшовым экскаватором грунта. Учитывая, что объем разработанного грунта как произведение технической производительности на ресурс экскаватора (в том числе и стрелы) принимается детерминированной величиной, то рассматривается изменение только суммарных затрат (не удельных), в зависимости от вариантов изготовления стрелы одноковшового экскаватора [1].

Суммарные затраты, связанные только с устранением отказов

$$Z_{p_i} = Z_{c_i} + Z_{D_i},$$

где  $Z_{c_i}$  - затраты на приобретение (цена) детали;

$Z_{D_i}$  - затраты, связанные с отказами  $i$ -й детали

$$Z_{D_i} = Z_{D_i}^{(1)} \cdot Q_i,$$

где  $Z_{D_i}^{(1)}$  - затраты, связанные с одним отказом  $i$ -й детали;

$Q_i$  - среднее количество отказов  $i$ -й детали за ресурс  $T_r$ .

$$Z_{D_i}^{(1)} = Z_{устр_i}^{(1)} + Z_{зн_i}^{(1)} + Y_{пр_i}^{(1)},$$

где  $Z_{устр_i}^{(1)}$  - затраты на устранение одного отказа (поиск отказа, разборка, сборка детали);

$Z_{зн_i}^{(1)}$  - затраты на приобретение одной запасной части;

$Y_{np_i}^{(1)}$  - ущерб от простоя машины, а также машин, работающих с ней в общем комплексе, из-за одного отказа детали

$$Y_{np_i}^{(1)} = \sum Y_{np_i},$$

Где  $\sum Y_{np_i}$  – суммарный ущерб от простоя всех машин участвующих в работе,

суммарные затраты

$$Z_{сум_i} = C_{c_i} + Z_{p_i},$$

где  $C_{c_i}$  –  $i$ -я цена стрелы.

Моделирование ресурса  $Tr$  проводилось в соответствии с [2]. Полученные значения минимального ресурса  $Tr_{min}$ , вероятности безотказной работы (ВБР)  $P_i$ , цена детали  $C_{c_i}$ , суммарные затраты  $Z_{p_i}$  приведены в табл.2.

Таблица 2

Значения вероятности безотказной работы стрелы за 20тыс.ч.  $P_i$ , цена стрелы  $C_{c_i}$ , суммарные затраты  $Z_{p_i}$

№ варианта	$P_i$	$C_{c_i}$ , руб	$Z_{p_i}$ , руб	$Z_{сум_i}$ , руб
1	0,048	96000	148477,4704	244477,5
2	0,196	120000	146381,8713	266381,9
3	5	136000	88847,08117	224847,1
4	0,745	166000	57994,78036	223994,8
5	0,855	188000	36469,69869	224469,7
6	0,99999	230000	13982,28045	243982,3

По данным табл.2 построен график оптимизации ВБР за ресурс стрелы 20 тыс. часов (зависимости цены стрелы  $C_c$ , затрат, связанных с устранением отказов  $Z_p$ , и суммарных затрат  $Z_{сум}$ ): а) – интервал вероятности 0 – 1,0; б) – интервал вероятности 0,99-0,95 (рис.1)

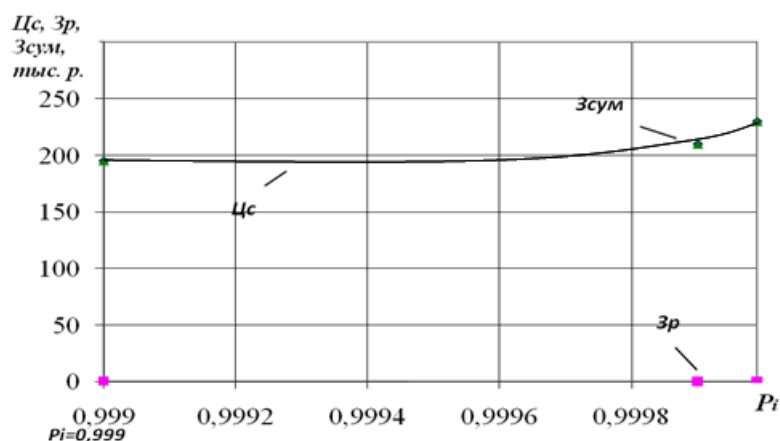
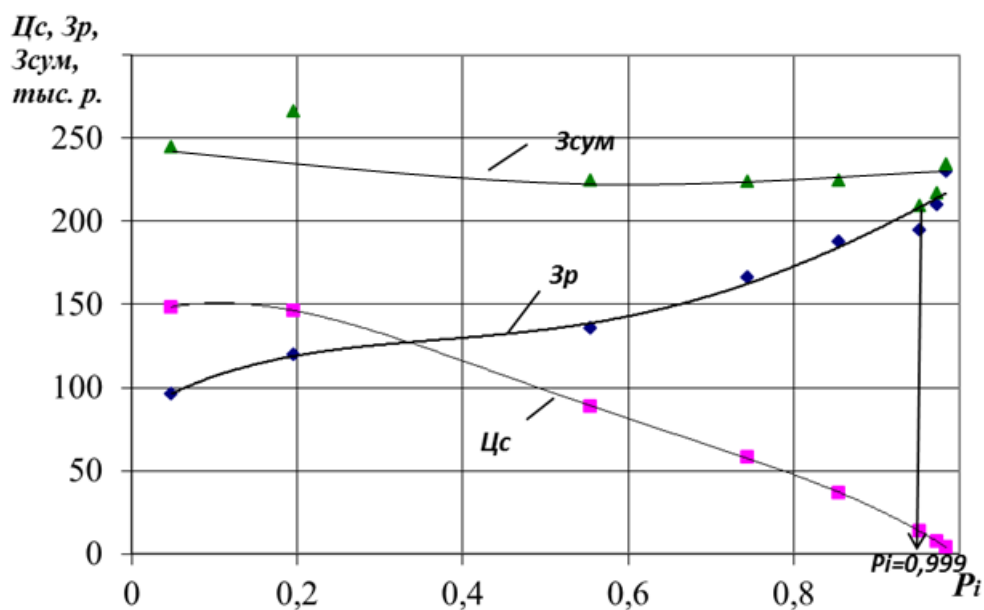


Рис.2. Оптимизация ВБР за ресурс стрелы 20 тыс. часов (зависимости цены стрелы  $\text{Цс}$ , затрат, связанных с устранением отказов  $\text{Зр}$ , и суммарных затрат  $\text{Зсум}$ ): а) – интервал вероятности 0 – 1,0; б) – интервал вероятности 0,99–0,95

Таким образом при вероятности безотказной работы  $P=0,999$  за 20 тыс. часов, оптимальным вариантом является конструкция из стали 15ХСНД с толщиной стенки 12 мм.

#### Список литературы:

1. Касьянов В.Е. Методика и результаты оптимизации при повышении безотказности серийных одноковшовых экскаваторов / Рост. инж. строит. ин-т. – Ростов – на – Дону. 1980. – 16с. – Деп. в ЦНИИТЭ. строймаше. 5.08.80 №216
2. Зайцева М.М., Котесова А.А., Котесов А.А. Анализ вариантов изготовления стрелы одноковшового экскаватора; Рост. гос. строит. ун-т. – Ростов-на-Дону, 2011. – 7 с.: ил. – Библиогр. 5 назв. – Рус. – Деп. в ВИНТИ, № 07.04.2011 №164 – В2011