

# Качество оборудования для АЭС – величина материальная



Елена Владимировна  
Плаhotникова

**Е.В. Плахотникова**, к.т.н., доцент ТулГУ

**В** настоящее время закупка оборудования для АЭС осуществляется концерном «Росэнергоатом» на конкурсной основе. Участнику конкурса необходимо заполнить три *таблицы №№ 1, 2 и 3* (приложение к письму-приглашению).

Судя по содержанию таблиц, основным и единственным критерием, по которому оценивается победитель, является цена изделия.

Постепенно функции поставщиков оборудования переходят к инжиниринговым компаниям по строительству атомных электростанций «под ключ», организованным при институтах «Атомэнергопроект».

Возможно, проектировщики введут дополнительные критерии оценки? Пока нет. 29 ноября 2007 г. ФГУП «Нижегородский «Атомэнергопроект» проводил «Конференцию по вопросам изготовления и поставки оборудования для комплектования энергоблоков АЭС». Несомненно, конференция своевременна, необходима и полезна как для работников института, так и для поставщиков оборудования. Вопрос о принципах закупки осветил в своем докладе исполняющий обязанности начальника управления закупок ФГУП НИАЭП А.А. Медведев. Критерии следующие:

- **Стоимость;**
- **Надежность поставщика;**
- **Сроки поставки;**
- **Качество.**

Кажется, вопрос сдвинулся с мертвой точки. Докладчик подробно разложил первые три пункта по полочкам, а четвертый, возможно, из-за ограниченности времени, упустил. Что же получается в результате? Если учесть, что в конкурсах такого рода «шарашкины конторы» не участвуют, а все участники являются, в основном, надежными партнерами, обладающими значительным производственным потенциалом, и способны в сжатые и приблизительно равные сроки произвести изготовление и поставку оборудования, то получается, что второй и третий критерий оценки на результаты конкурса влияют незначительно. Что же остается? Опять **стоимость**. Хорошо известно, что «бесплатный сыр – только в мышеловке (да и то, только для второй мышки)». А рассуждения «оптимальные цена – качество» не будут иметь под собой почвы до тех пор, пока критерий «качество» из субъективной величины не перейдет в объективную и приобретет стоимостную оценку.

Этой теме и хотелось бы посвятить данную статью.

Для примера рассмотрим оборудование, хорошо известное читателю и автору, широко применяемое на всех АЭС России и зарубежья – электромеханические приводы для многооборотной запорной арматуры АЭС (далее – электроприводы). Для того, чтобы статья не превратилась в рекламу или, еще хуже, в антирекламу, не будем указывать имена производителей, а назовем их просто – Россия 1, Россия 2, Зарубежье. Автор предупреждает, что наименования производителей изменены, но таблица сравнительных характеристик основана на реальных цифрах и параметрах, взятых из реальных технических условий и руководств по эксплуатации.

## Сравнительные технические характеристики электроприводов для помещений АЭС

Как видно из *таблицы 4*, электроприводы трех производителей, при равных выходных параметрах ( $M_{кр}$ , скорость выходного вала), имеют различные весо-габаритные характеристики и мощности электродвигателя.

*The subject to constructive criticism of the present article written by the specialists of Industrial Corporation «Splav», one of the leading manufacturers of valves for special services in Russia, is procurement system of equipment for nuclear energy.*

*The author notes that in fact today the only criterion of these procurements is the price, whereas the quality of delivered equipment essentially is not considered. The author offers the strategy of moneyed assessment of quality after the example of actuators for nuclear valves.*

Таблица 1.

№	Наименование	Марка	Класс безопасности по ОПБ 88/97	Категория сейсмостойкости по ПНАЭГ-5-006-87	Характеристика	ГОСТ	Ед.изм.	Кол-во	Необходимый срок поставки	Цена за ед.изм. в руб. с НДС (без учета транспортных расходов)	Стоимость, руб. с НДС (без учета транспортных расходов)	Марка материала	Вес, кг, за ед. изделия	Наименование предлагаемого эквивалента	Наименование изготовителя предлагаемой продукции	Грузополучатель	Предлагаемый срок поставки

Таблица 2.

№ п/п	Условия	Требуемые	Предлагаемые
1.	Условия поставки		
2.	График оплаты		
3.	Срок гарантийных обязательств		
4.	Срок действия конкурсной заявки		

Таблица 3.

1.	№ и дата лицензии Ростехнадзора на изготовление указанной продукции и условия ее действия (копию приложить, если не требуется – указать)	
2.	Проект плана качества поставщика оборудования 1, 2 и 3 классов безопасности предприятия-изготовителя (копию приложить). В случае, если проект плана качества будет разработан позднее – указать планируемый срок его предоставления.	
3.	Другие сертификаты и лицензии (копии приложить, если не требуется – указать)	
4.	Документы, подтверждающие дилерские полномочия (копии приложить)	
5.	№ и дата свидетельства о внесении в реестр поставщиков. При отсутствии вышеуказанного документа заполняется анкета участника размещения заказа, с приложением перечисленных в ней документов. Если анкета направлялась ранее в текущем году, указывается номер письма, при условии отсутствия изменений в ней.	

Таблица 4.

Россия 1			Россия 2			Зарубежье		
M <sub>кр</sub> (Н·м)	N дв. (кВт)	Вес (кг)	M <sub>кр</sub> (Н·м)	N дв. (кВт)	Вес (кг)	M <sub>кр</sub> (Н·м)	N дв. (кВт)	Вес (кг)
10-25	0,025	20	10-30	0,045	20	10-30	0,020	17
25-60	0,18	40	20-60	0,18	20	20-40	0,25	35
60-100	0,25	40	40-120	0,37	25,5	63-160	0,55	63
100-250	0,63	77	100-250	1,5	54	160-250	0,75	65
250-630	4,25	136	200-500	3,0	62	250-400	2,2	129
630-1 000	4,25	136	400-1 000	5,5	93	630-1 150	5,5	210
1 000-2 500	7,5	240	1 008-2 016	4,0	151	1 000-1 850	7,5	318
Назначенный срок службы – 20 лет			Назначенный срок службы – 40 лет			Назначенный срок службы – 15 лет		
Межремонтный период – 8-10 лет			Межремонтный период – 12 лет			Межремонтный период – 4 года		
Замена смазки – 1 раз в 8-10 лет			Замена смазки – 1 раз в 12 лет			Замена смазки – 1 раз в 2 года		
Условная базовая стоимость изделия – 1,0			Условная базовая стоимость изделия – 1,2			Условная базовая стоимость изделия – 0,8		

телей. И если для малых крутящих моментов эти различия незначительны, то для больших – значительны. Кроме того, изделия имеют различные сроки службы и межремонтный период. Попробуем определить, каким образом указанные параметры влияют на изменение базовой стоимости изделия в процессе его эксплуатации:

1. Назначенный срок службы – в обратно пропорциональной зависимости изменяет базовую цену, т.е. начальную цену изделия со сроком службы 20 лет необходимо, очевидно, увеличить в 2 раза при сравнении ее с изделием, срок службы которого 40 лет. Таким образом, можно с уверенностью ввести коэффициент изменения:

$$K_{c.c} = C_{max} / C_i, \quad (1)$$

где  $K_{c.c}$  – коэффициент изменения стоимости в зависимости от срока службы;

$C_{max}$  – максимальный срок службы изделия;

$C_i$  – срок службы сравниваемого изделия.

2. Межремонтный период – в обратной зависимости изменяет эксплуатационные расходы. Коэффициент

3. Вес изделия – чем больше, тем выше трудоемкость ремонта (монтаж – демонтаж, транспортировка к месту ремонта и обратно).

$K_p$  можно определить методом расчета или основываясь на данных ремонтных служб АЭС. (4)

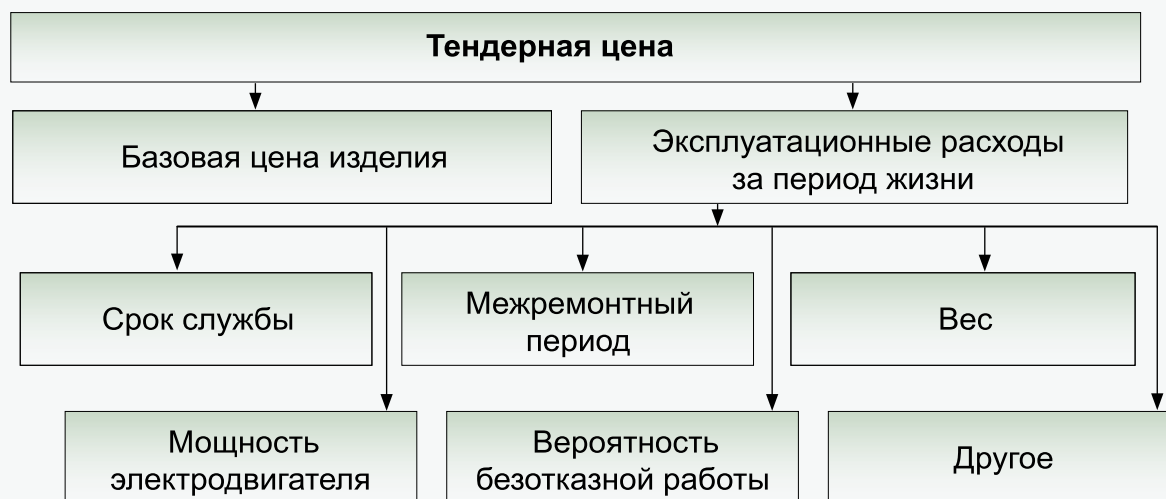
4. Мощность электродвигателя – чем больше, тем дороже силовой кабель, пускорегулирующая и защитная аппаратура.

$K_{м.э.д.}$  также можно определить методом расчета. (5)

Автор остановился только на 4-х параметрах, которые, по его мнению, оказывают значительное влияние на изменение базовой цены и должны учитываться при проведении конкурса. На самом деле, их значительно больше.

Очевидно, что в общем случае оценочная стоимость изделия (назовем ее тендерной ценой  $\Pi_T$ ) должна складываться из базовой цены изделия ( $\Pi_б$ ) и дополнительных расходов, которые возникают в процессе его эксплуатации и монтажа.

Принцип формирования тендерной цены можно выразить структурной схемой:



изменения стоимости по межремонтному периоду ( $K_p$ ) можно определить долей от базовой цены конкретного изделия и количеством ремонтов в максимальном межремонтном периоде

$$K_p = \alpha n_i / \Pi_{б,i}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – стоимость ремонта (трудоемкость, стоимость запчастей, стоимость смазки). Эти затраты известны, и их отличия для различных приводов незначительны, поэтому для упрощения можно принять  $\alpha = const$  для всех трех изделий.

$n_i$  – кол-во ремонтов  $i$ -го изделия в максимальном межремонтном периоде, т.е.

$$n_i = C_{p,max} / C_{p,i}, \quad (3)$$

где  $C_{p,max}$  – максимальный межремонтный период у сравниваемых изделий (в нашем конкретном примере  $C_{p,max} = 12$  лет).

Указанный принцип может быть выражен формулой:

$$\Pi_T = \Pi_б \times \sum_{i=1}^i K_i, \quad (6)$$

где:  $K_i$  – коэффициент затрат по определенным параметрам в долях от базовой цены  $i$ -изделия.

Для нашего конкретного примера (Таблица 4) разница в сроках службы и межремонтных периодах столь очевидна, что для определения  $\Pi_T$  достаточно двух коэффициентов ( $K_{c.c}$  и  $K_p$ ), а в случае равенства этих параметров или неявно выраженных отличий их потребуется расчет дополнительных коэффициентов.

Вернемся к исходным данным и по формулам (1), (2), (3) и (6) рассчитаем тендерную цену каждого изделия. Результаты расчетов сведены в Таблице 5.

Сравнив графы 2 и 5 можно сделать следующие выводы:

Таблица 5.

Производитель	Россия 1	Россия 2	Зарубежье
Базовая цена	1	1,2	0,8
$K_{с.с} = C_{\max} / C_i$	$40/20 = 2$	$40/40 = 1$	$40/15 = 2,7$
$n_i = C_{р.макс} / C_{р.и}$	$12/8 = 1,5$	$12/12 = 1$	$12/4 = 3$
$K_p = \alpha \cdot n_i / \Pi_{бi}$	$\alpha \cdot 1,5/1 = 1,5\alpha$	$\alpha \cdot 1/1,2 = 0,83\alpha$	$\alpha \cdot 3/0,8 = 3,75\alpha$
Тендерная цена $\Pi_t = \Pi_б \times \sum_{i=1}^i K_i$	$1 \cdot (2 + 1,5\alpha) = 2 + 1,5\alpha$	$1,2 \cdot (1 + 0,83\alpha) = 1,2 + \alpha$	$0,8 \cdot (2,7 + 3,75\alpha) = 2,16 + 3\alpha$

1. **Базовая цена** изделия даже приблизительно *не может являться критерием оценки* оборудования при проведении конкурсов.

2. Предложенная автором **тендерная цена** более точно отражает истинную стоимость изделия, учитывая дополнительные затраты, возникающие в процессе эксплуатации изделий, а при сравнении коэффициентов веса и мощности электродвигателя можно также сопоставить затраты, которые возникнут в процессе монтажа.

3. Тендерная цена – это *материальное* выражение понятия «цена – качество».

4. Предложенную методику расчета можно использовать не только для электроприводов, но и для других изделий. Например, для автомобилей можно применить критерии: базовая цена, гарантийный пробег, расход топлива и т.п. И тогда, может быть, с учетом эксплуатационных расходов, и «Мерседес» станет дешевле «Оки»?