

ОБОСНОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЦЕНЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ГТД В СВЯЗИ С ПОВЫШЕНИЕМ МЕЖРЕМОНТНОГО И НАЗНАЧЕННОГО РЕСУРСА

ФГБОУ ВО Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева
Игорь Исаакович Ицкович, к.т.н, доцент кафедры экономики, менеджмента и экономических информационных систем
Ольга Владимировна Камакина, к.э.н., доцент, зав. кафедрой экономики, менеджмента и экономических информационных систем,
Олег Вячеславович Немтырев, к.т.н, доцент кафедры экономики, менеджмента и экономических информационных систем

Предложено расчетное обоснование повышения цены промышленного газотурбинного двигателя в связи с повышением его ресурса, апробированное на предприятии.

A calculated rationale for increasing the price of an industrial gas turbine engine in connection with an increase in its resource has been proposed, tested at the enterprise.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, повышение ресурса, повышение цены двигателя
Keywords: gas turbine engine, resource increase, engine price increase

Убытки производства промышленных газотурбинных двигателей могут снижаться за счет обоснованного повышения их отпускной цены предприятием-производителем и снижения себестоимости производства двигателей, но этому есть препятствия:

- повышению предприятием отпускной цены промышленных ГТД, даже при повышении их качества, препятствуют коммерческие посредники между производителем и потребителем двигателей;
- снижение себестоимости производства ГТД не в интересах предприятия, т.к. приводит к снижению себестоимости и, следовательно, прибыли и выручки от продукции госзаказа, производимой на единых мощностях с промышленными двигателями.

В итоге, предприятие использует компромиссное решение, - фактически перекладывает общехозяйственные (заводские) накладные расходы от производства промышленных ГТД на другую продукцию предприятия. Это приводит к заметному снижению валовой прибыли предприятия, но такова отечественная практика производства ГТД.

В данной статье показана обоснованность повышения предприятием отпускной цены промышленных ГТД и, следовательно, снижения убытков от их производства. При этом, эффект от повышения качества (ресурса) ГТД распределяется одновременно между производителем и потребителем двигателей.

Промышленные газотурбинные двигатели имеют назначенный ресурс порядка 60-100 тысяч часов и более, при наработке в год порядка 6-8 тысяч часов, выполнении 2-3 капитальных ремонтов за назначенный ресурс, и стоимости каждого капитального ремонта порядка 40% от цены двигателя. Увеличение межремонтного ресурса двигателя, при сохранении числа капитальных ремонтов, снижает удельную стоимость каждого часа его эксплуатации и формирует экономический эффект для потребителя. В эксплуатации каждого двигателя фиксируется его наработка на отказ, при этом замечается, что лидерные двигатели парка постепенно начинают превышать по своей наработке назначенный им ресурс. Производитель, с наблюдаемым повышением надежности двигателей и ростом наработки их парка, имеет основания повышать отпускную цену и свои гарантийные обязательства (межремонтный ресурс) для следующих серийных двигателей данного типа, в целях компенсации затрат производителя на конструкторское сопровождение парка двигателей. Обоснованное повышение цены серийного промышленного ГТД с повышением его назначенного и межремонтного ресурсов, выполненное с учетом опыта предприятия ПАО "ОДК - Saturn", отражено в данной статье.

Затраты по повышению надежности продукции двигательного предприятия могут быть компенсированы повышением ее цены, при условии обоснования экономического эффекта и для потребителя двигателя. Экономический эффект для потребителя двигателя определим как разность между затратами в жизненном цикле ГТД до и после увеличения назначенного ресурса двигателя. Расчет эффекта предлагаем выполнять по следующему алгоритму.

1. Найдем исходные удельные затраты в эксплуатации ГТД на час назначенного ресурса и оценим суммарные затраты $Q_{исх.}$ в увеличенном жизненном цикле:

$$Q_{исх.} = ((C_{исх.} + Z_{ГСМ} + n_{рем.} \times K_{рем.} \times C_{исх.}) / T_{исх.}) \times (K_{рес.} \times T_{исх.}), \quad (1)$$

где:

- $C_{исх.}$ - исходная цена двигателя до повышения ресурса;
- $Z_{ГСМ}$ - затраты на топливо и масло;
- $n_{рем.}$ - количество плановых капитальных ремонтов двигателя в жизненном цикле, сохраняемое неизменным с повышением ресурса (т.к. увеличивается межремонтный ресурс);
- $K_{рем.}$ - отношение цены планового капитального ремонта к цене двигателя;
- $T_{исх.}$ - исходный назначенный ресурс двигателя;
- $K_{рес.}$ - отношение увеличенного назначенного ресурса к исходному назначенному ресурсу.

2. Найдем прогнозируемые затраты в эксплуатации ГТД при увеличенном назначенном ресурсе $Q_{прог.}$:

$$Q_{прог.} = K_{ц.} \times C_{исх.} + K_{рес.} \times Z_{ГСМ} + n_{рем.} \times K_{рем.} \times C_{исх.} \times K_{ц.}, \quad (2)$$

где $K_{ц.}$ - коэффициент повышения цены двигателя в связи с увеличением назначенного ресурса.

3. Экономический эффект у потребителя в связи с увеличением назначенного ресурса, как разность уравнений (1) и (2), составит

$$\text{Эфф.} = Q_{исх.} - Q_{прог.} = (1 + n_{рем.} \times K_{рем.}) \times (K_{рес.} - K_{ц.}) \times C_{исх.} \quad (3)$$

Полученное уравнение (3) показывает, что экономический эффект у потребителя двигателя достигается только при условии $K_{рес.}$ больше $K_{ц.}$.

Рассчитаем по формуле (3) экономический эффект для потребителя реального двигателя мощностью 2,5 МВт с одновременным повышением его цены от 39747 тыс. руб. и назначенного ресурса, при условиях: количество капитальных ремонтов $n_{рем.} = 2$ и $K_{рем.} = 0,399$.

Таблица 1. Экономический эффект для потребителя (тыс. рублей) при одновременном повышении назначенного ресурса и цены промышленного двигателя мощностью 2,5 МВт (пример расчета по формуле 3).

$K_{ц.}$	Цена двигателя с учетом повышения, тыс. руб.	$K_{рес.}$					
		1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
1	39747	0	7146	14292	21438	28584	35730
1,1	43721		0	7146	14292	21438	28584
1,2	47696			0	7146	14292	21438
1,3	51671				0	7146	14292
1,4	55645					0	7146
1,5	59620						0

Расчет показал (таблица 1), что повышение межремонтного и назначенного ресурса одного данного двигателя на 20%, при повышении цены двигателя на 10% (на 4 млн. рублей), создает экономический эффект для потребителя в сумме 7146 тыс. руб. за жизненный цикл двига-

теля, за счет уменьшения удельных затрат на капитальные ремонты на час наработки двигателя.

Практическое использование предлагаемой методики расчетно-го обоснования повышения цены ГТД с повышением его назначенного и межремонтного ресурсов следующее:

- предприятие-производитель может расчетом обосновать перед потребителем повышение цены двигателя, которое оправдано происходящим у последнего снижением затрат на час эксплуатации двигателя;

- обоснована расчетом значительная дополнительная валовая прибыль производителя ГТД от повышения ресурса для всего парка улучшенных двигателей данного типа, через повышение цены новых двигателей и цены капитальных ремонтов;

- экономически обоснована эффективность работы по конструкторскому сопровождению для повышения надежности и ресурса двигателей в эксплуатации.

Экономический эффект предприятия - производителя промышленных ГТД от обоснованного повышения цены ГТД при повышении назначенного и межремонтного ресурсов может составлять сотни миллионов рублей в год, что компенсирует затраты производителя на постоянное повышение качества ГТД при конструкторском сопровождении.

Связь с авторами: iitskovichi@yandex.ru,
kamakina@mail.ru
nemyrev@rsatu.ru.

ИНФОРМАЦИЯ

Компания Jaguar Land Rover постоянно расширяет семейство двигателей Ingenium и 14 февраля этого года представила общественности новый шестицилиндровый бензиновый двигатель, разработанный инженерами Jaguar Land Rover в Центре по производству двигателей, расположенном в британском Вулверхэмптоне.

3,0-литровый рядный шестицилиндровый бензиновый двигатель, в первую очередь установленный на Range Rover Sport, поставляется в двух версиях: мощностью 360 л.с. и 400 л.с. (крутящий момент 495 Нм и 550 Нм, соответственно). Более отзывчивый и сбалансированный, чем бензиновый V6, двигатель работает в паре с мягкой гибридной силовой установкой MHEV, уже представленной в модельном ряду Land Rover на новом Evoque.

Новый шестицилиндровый агрегат получил все современные технологии двигателестроения, включая 48-вольтный электрический нагнетатель в дополнение к основному турбокомпрессору twin-scroll. Нововведение позволяет существенно сократить время отклика двигателя на действия водителя благодаря быстрому повышению давления наддува.

Наличие двойного нагнетателя и системы плавного изменения высоты подъема впускных клапанов (CVVL) позволили повысить мощность силового агрегата и обеспечить его работу с максимальной эффективностью. В результате, новый шестицилиндровый двигатель обладает повышенной динамикой с одновременным сокращением расхода топлива и объема вредных выбросов.

Эти технологии работают в сочетании с новой мягкой гибридной силовой установкой MHEV, что в результате также позволяет улучшить показатели динамики и расхода топлива, уменьшая объем вредных выбросов. Технология MHEV обеспечивает рекуперацию энергии, образующейся во время торможения и движения накатом. Эта энергия сохраняется в аккумуляторной батарее MHEV напряжением 48 В и с помощью компьютера распределяется так, чтобы помогать двигателю при старте с места и кратковременном ускорении. Такой процесс возможен благодаря ременно-

му стартер-генератору (BiSG), который перенаправляет энергию в расположенную в нише багажника батарею. При этом, в отличие от технологии подзаряжаемого гибрида PHEV, технология MHEV не требует подзарядки от электросети.

Мягкая гибридная силовая установка позволяет сократить расход топлива до 9,3 л/100 км и объем выбросов CO₂ до 213 г/км, а также уменьшает время отклика двигателя на действия водителя. Технология MHEV стала очередным шагом Land Rover в рамках стратегии по электрификации всего модельного ряда к 2020 году.

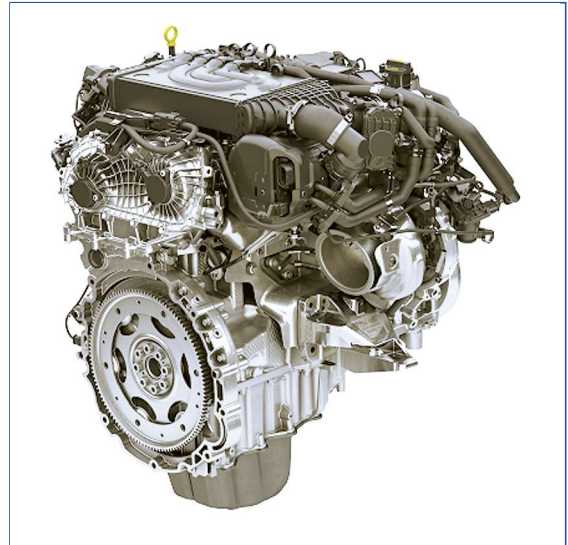
Новый шестицилиндровый Ingenium был спроектирован и разработан в Центре по производству двигателей Jaguar Land Rover в британском Вулверхэмптоне и будет производиться наряду с существующими четырехцилиндровыми бензиновыми и дизельными двигателями.

Центр общей площадью 200 тыс. м² представляет собой безотходное производство - все используемые материалы подвергаются переработке. Jaguar Land Rover обеспечивает свои британские производственные мощности 100 % возобновляемой энергией, а на крыше Центра установлены солнечные батареи, позволяющие генерировать до 30 % от всего объема потребляемой энергии.

Центр по производству двигателей укомплектован передовым оборудованием и использует максимально точные производственные технологии, в частности, механизмы, способные работать с погрешностью в три микрона (при толщине человеческого волоса в 50 микрон).

В дополнение к стремлению производить экологичные бензиновые и дизельные двигатели компания Jaguar Land Rover продолжает инвестировать средства в рамках своей электрификационной стратегии. Производство нового поколения электрических силовых установок стартует уже в 2020 г.

Последние автомобили Jaguar Land Rover с дизельными и бензиновыми двигателями входят в число самых экологичных в ми-



ре, они прошли лабораторные испытания и были протестированы в реальных условиях (WLTP и RDE). Двигатели полностью отвечают экологическим стандартам EU6 и могут эксплуатироваться в любых условиях.

Jaguar Land Rover непрерывно инвестирует средства в свое развитие: на разработку новых продуктов и капитальные расходы в 2019 году будет направлено 4 миллиарда фунтов стерлингов.

С 2020 года клиенты компании получат возможность установки электрических моторов на все новые модели Jaguar Land Rover. В ближайшее время компания планирует представить версии текущих автомобилей с электрическими, гибридными силовыми установками и в версии мягкого гибрида, а также продолжить выпуск автомобилей с передовыми бензиновыми и дизельными двигателями.

