

УДК 338.45:621

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗА СЧЕТ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ИХ ВО ВРЕМЕННОЕ ПОЛЬЗОВАНИЕ

Андрей Александрович Михайлов,
кандидат технических наук,
начальник отдела планирования и сопровождения
эксплуатации промышленных газотурбинных двигателей,
АО «Объединенная двигателестроительная корпорация»,
Москва, Российская Федерация
andrmikhaylov@yandex.ru

Предмет/тема. Снижение спроса на нефть и газ как на внутреннем, так и внешнем рынках совместно с государственным регулированием естественных монополий приводит к необходимости перераспределения бюджета компаний топливно-энергетического комплекса. Порой это происходит за счет сокращения затрат на ремонтно-эксплуатационные нужды, что приводит к сокращению количества исправных газотурбинных двигателей и, как следствие, к вынужденному простоям оборудования. Одним из путей решения этой проблемы является приобретение двигателей в аренду, что позволяет сократить простои.

Цели/задачи. Для определения рационального состава оборотного фонда промышленных газотурбинных двигателей, сформированного на ремонтном предприятии, разработана методика, которая позволяет учесть специфику применения промышленных двигателей по их назначению, особенности организации ремонта, доставки и хранения.

Методология. Методом имитационного моделирования эксплуатации парка промышленных газотурбинных двигателей в составе газотранспортной системы или распределенного энергохозяйства определяется необходимое количество резервных двигателей, позволяющих сократить издержки эксплуатирующих организаций в связи с простоями газоперекачивающего или энергетического оборудования по причине отсутствия работоспособных двигателей.

Результаты. Проведено моделирование эксплуатации парка двигателей АЛ-31СТ в составе

газотранспортной системы России, а также парка двигателей ГТД-БРМ в составе объектов распределенного энергохозяйства. Определены значения финансовых потерь эксплуатирующих организаций по причине отсутствия работоспособных двигателей, размер и состав необходимого оборотного фонда резервных двигателей, позволяющего сократить эти потери. Определены размеры доходов ремонтных предприятий от передачи резервных двигателей во временное пользование. Для каждого типа двигателей проведена оценка экономического эффекта от их передачи во временное пользование по сравнению с традиционными методами формирования оборотного фонда эксплуатирующих организаций.

Выводы/значимость. Обоснованный подход к определению состава оборотного фонда резервных двигателей на ремонтных предприятиях, а также стоимости часа их использования увеличивает конкурентные преимущества АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» на рынке промышленных газотурбинных двигателей. Полученные результаты могут быть интересны как компаниям топливно-энергетического комплекса, эксплуатирующим промышленные газотурбинные двигатели, так и их производителям.

Ключевые слова: конкурентоспособность, аренда, промышленный газотурбинный двигатель, эксплуатирующая организация, газотранспортное общество, ремонтное предприятие, стоимость часа эксплуатации, финансовые потери, доход ремонтного предприятия

Введение

В настоящее время на территории Российской Федерации находятся в эксплуатации более 7 000 ед. промышленных газотурбинных двигателей, которые используются для транспортировки газа и нефти, а также выработки электроэнергии. Более половины из них находятся в эксплуатации в ОАО «Газпром», где используются для транспортировки газа в качестве привода центробежного компрессора. Около 40% промышленных газотурбинных двигателей в классе мощности от 2,5 до 25 МВт используются в малой распределенной энергетике в составе электростанций собственных нужд. Такие электростанции применяются для энергоснабжения предприятий, промыслов, а также населенных пунктов. Возможность получения вместе с электроэнергией горячей воды и пара за счет утилизации теплоты выхлопных газов увеличивает их популярность с каждым годом.

Отсутствие четких требований к составу оборудования газоперекачивающих агрегатов (ГПА) и проводимая государством и ОАО «Газпром» политика по поддержке заказами отечественных производителей в 1990-х гг. привели к тому, что в эксплуатации находятся более 40 наименований газотурбинных установок более 15 различных производителей. При этом в рамках одного класса мощности наблюдается широкий номенклатурный ряд. Кроме того, двигатели одного и того же наименования имеют множество модификаций (вариантов исполнений), которые осложняют их взаимозаменяемость.

Другие компании топливно-энергетического комплекса (ТЭК), такие как ОАО «НК «Роснефть», ОАО «НК ЛУКОЙЛ», ОАО «НОВАТЭК», ОАО «Сургутнефтегаз» и другие, вышедшие на рынок в последние 20–25 лет, не имея на своих плечах бремени поддержки производителей промышленных газотурбинных двигателей (ГТД), могли формировать свой парк более лаконично.

Эксплуатация такого обширного парка требует четкого построения системы технического обслуживания и ремонта. Практически все предприятия ТЭК организуют проведение ремонтов ГТД на специализированных предприятиях – как правило, на заводах-изготовителях. Отправка двигателя в ремонт приводит к выбыванию его из эксплуатации на продолжительное время – от полугода до года. Кроме того, для сокращения простоев оборудования, связанного с необходимостью проведения

ремонта двигателей, а также компенсации отказов, эксплуатирующие организации формируют склад резервных двигателей. В настоящее время топливно-энергетический комплекс России представлен в основном холдинговыми компаниями, дочерние компании которых, как правило, имеют финансовую независимость друг от друга, поэтому зачастую возникают ситуации, когда в силу обстоятельств в одной эксплуатирующей компании наблюдается дефицит резервных двигателей данного типа, в то время как в соседней – избыток.

Одним из путей решения данной проблемы является формирование централизованного оборотного фонда в рамках холдинга, который позволил бы распределять резервные двигатели между эксплуатирующими организациями, исходя из их потребности. Такая попытка в 2007 г. была проведена в рамках ОАО «Газпром» ДООАО «Центрэнергогаз», однако в связи с организационными и финансовыми трудностями реализовать ее не удалось.

Другим решением этой проблемы является приобретение резервного двигателя в аренду у сторонней организации, в том числе у завода-изготовителя. Финансово-экономического и юридического анализа такой возможности со стороны ОАО «Газпром» не проводилось. При этом другие компании ТЭК, например ОАО «НК ЛУКОЙЛ», ОАО «Сургутнефтегаз» и ряд других, используют такую практику на время ремонта основного оборудования. Следует отметить, что такое решение пока не получило широкого применения и используется точно, по принципу «конкретный тип двигателей для конкретной компании», а предприятия – изготовители промышленных ГТД, несмотря на имеющийся положительный мировой и собственный опыт по предоставлению газотурбинных двигателей во временное пользование, не развивают этого бизнес-направления в первую очередь в связи с отсутствием четкого понимания спроса на данные услуги со стороны заказчиков.

Стремление АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (АО «ОДК») как компании, объединяющей крупнейшие двигателестроительные предприятия России, к расширению своей доли рынка послепродажного обслуживания промышленных ГТД, а также упомянутые трудности передачи имеющихся резервных двигателей между эксплуатирующими организациями указывают на целесообразность формирования оборотного фонда двигателей на базе предприятия-изготовителя (ре-

монтажного предприятия). Такое решение позволит по мере необходимости предоставлять заказчикам резервные двигатели во временное пользование, что позволит сократить вынужденные простои оборудования и повысить конкурентоспособность продукции АО «ОДК».

Таким образом, задача сводится к формированию предприятием собственного рационального оборотного фонда промышленных ГТД, которые будут предоставляться им во временное пользование. При этом ее решение традиционными методами оптимизации складских запасов, например с помощью ABC-анализа, не представляется возможным, так как отсутствуют статистические данные по потребностям в тех или иных типах двигателей, а также их распределению по времени. Кроме того, так как жизненный цикл газотурбинного двигателя гораздо больше периода его аренды, то при формировании склада необходимо учитывать возвращение двигателя на склад предприятия после его использования, историю его эксплуатации, серию (исполнение) резервного ГТД и многое другое. Поэтому для решения поставленной задачи была разработана соответствующая методика, которая позволяет учесть специфику применения промышленных двигателей, особенности организации их ремонта, доставки в ремонт и обратно, хранения на складе предприятия-изготовителя (ремонтного предприятия) или сервисного центра.

Забегая вперед, необходимо отметить, что разработанная методика позволяет определять рациональный оборотный фонд не только газотурбинных двигателей, находящихся в эксплуатации в составе газотранспортной системы, но и в составе системы распределенного энергохозяйства. Это связано с тем, что при моделировании эксплуатации парка двигателей все особенности конструкции газотурбинного агрегата, связанные с транспортировкой газа или выработкой электроэнергии, переходят на уровень исходных данных, при условии, что моделирование эксплуатации проводится у однотипных по наименованию и назначению двигателей.

Основные положения методики

Методика определения рациональной величины оборотного фонда промышленных газотурбинных двигателей на ремонтном предприятии при их эксплуатации в составе газотранспортной системы России или системы распределенного энергохозяйства структурно состоит из трех частей: блока

исходных данных, блока моделирования эксплуатации парка промышленных двигателей, а также блока обработки результатов.

Центральное место в методике отводится модели эксплуатации парка промышленных газотурбинных двигателей. В ней учитываются все основные этапы эксплуатации: нахождение двигателя в резерве в составе газотурбинного агрегата, в работе, в капитальном и аварийно-восстановительном ремонтах; вынужденное простое, связанное с неисправностями газотурбинного агрегата; в дороге на ремонтное предприятие и обратно на место эксплуатации; нахождение двигателя на складе, а также в дороге со склада в эксплуатирующую организацию. Для простоты изложения в дальнейшем будем рассматривать модель эксплуатации парка двигателей в составе газотранспортной системы с отступлением на особенности эксплуатации в составе системы распределенного энергохозяйства. Ее блок-схема представлена на рис. 1.

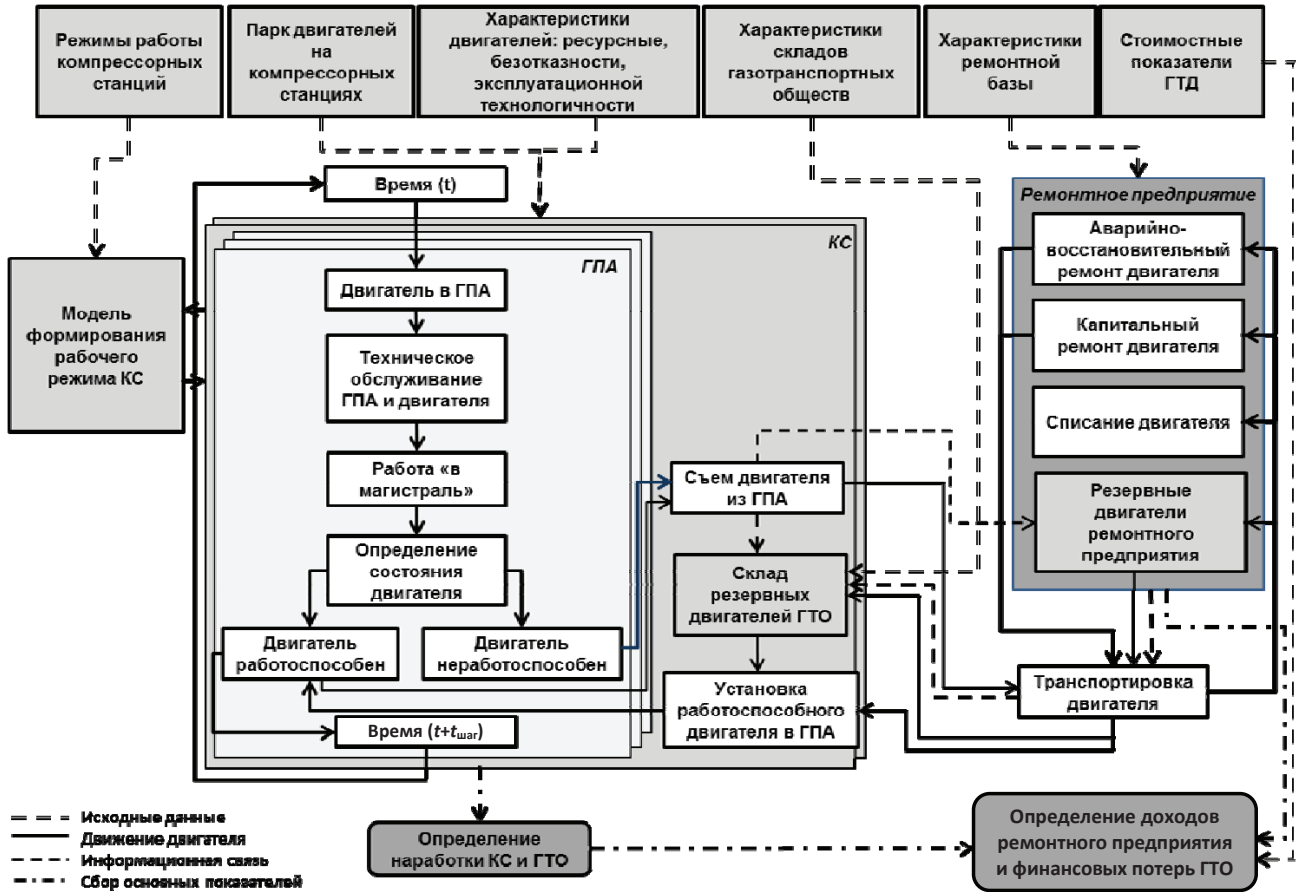
На каждом этапе моделирования определяются: количество двигателей, отошедших в различные виды ремонта, суммарная наработка каждой компрессорной станции, продолжительность простоя каждой компрессорной станции в связи с выработкой ресурса или отказа двигателей. Полученные данные являются исходными для расчета экономических показателей.

В результате моделирования определяются два экономических показателя. Это доходы ремонтного предприятия от выполнения ремонтов, которые, по возможности, необходимо максимизировать, и финансовые потери (упущенная выгода) эксплуатирующих организаций, связанные с вынужденными простоями газотурбинного оборудования по причине отсутствия резервных двигателей, которые необходимо минимизировать. Ремонтным предприятиям выгодно выполнять большее количество ремонтов, но при этом увеличивается простой газоперекачивающих агрегатов, и растет величина упущенной выгоды, которая может быть предъявлена. Таким образом, задача сводится к поиску взаимовыгодного сочетания этих показателей.

Величина финансовых потерь Π газотранспортных обществ определяется по следующей формуле:

$$\Pi = \sum_{n=1}^{N_{к.с}} \left(\sum_{j=1}^{n_{мес}} \Delta P_{nj} q_n C_r \right),$$

где $N_{к.с}$ – количество компрессорных станций;



Примечание. ГПА – газоперекачивающий агрегат; КС – компрессорная станция; ГТД – газотурбинный двигатель; ГТО – газотранспортное общество

Рис. 1. Блок-схема модели эксплуатации промышленных газотурбинных двигателей

- n – порядковый номер компрессорной станции;
- $n_{\text{мес}}$ – количество месяцев за период моделирования;
- j – порядковый номер месяца;
- ΔP_{nj} – простой n -й компрессорной станции в j -м месяце, ч;
- q_n – часовая производительность центробежного компрессора, осуществляющего транспортировку газа, n -й компрессорной станции за период моделирования, м³/ч;
- C_r – цена 1 м³ транспортируемого газа.

Величина финансовых потерь электрогенерирующих компаний от вынужденного простоя газотурбинного оборудования Π_3 определяется по следующей формуле:

$$\Pi_3 = \sum_{n=1}^{N_{\text{эл}}} \left(\sum_{j=1}^{n_{\text{мес}}} \Delta P_{nj} N_{en} C_3 \right),$$

где $N_{\text{эл}}$ – количество электростанций;

- n – порядковый номер электростанции;
- $n_{\text{мес}}$ – количество месяцев за период моделирования;
- j – порядковый номер месяца с начала моделирования;
- ΔP_{enj} – простой n -й электростанции в j -м месяце, ч;
- N_{en} – электрическая мощность, вырабатываемая одним газотурбинным агрегатом n -й электростанции в час, кВт·ч;
- C_3 – цена 1 кВт·ч электроэнергии при ее покупке из сети.

Доход ремонтных предприятий от оказания услуг по выполнению ремонтов двигателей и предоставления резервных двигателей D определяется следующим образом:

$$D = D_{\text{ав.р}} + D_{\text{к.р}} + D_{\text{гр}} + D_{\text{т.гр}} + C_{\text{и.р.д}},$$

где $D_{\text{ав.р}}$ – доходы от выполнения аварийно-восстановительных ремонтов двигателей;

$D_{к.р}$ – доходы от выполнения капитальных ремонтов двигателей;

$D_{г.р}$ – расходы, связанные с выполнением восстановительного ремонта двигателя в период гарантийного ресурса;

$D_{т.г.р}$ – расходы, связанные с доставкой отказавшего в период гарантийного ресурса двигателя на завод;

$C_{и.р.д}$ – стоимость использования резервных двигателей, предоставляемых во временное пользование.

Для предоставления двигателей во временное пользование необходимо уметь рассчитывать его стоимость или стоимость часа использования. При определении стоимости резервного двигателя ремонтного предприятия, передаваемого во временное пользование, необходимо учесть следующие факторы:

- назначение дополнительного гарантийного ресурса передаваемому двигателю, так как необходимо проведение дополнительных работ по поддержанию его работоспособного состояния;
- выполнение планового капитального ремонта при выработке межремонтного ресурса.

Таким образом, стоимость использования резервных двигателей ремонтного предприятия может быть записана в виде следующей зависимости:

$C_{и.р.д} = f(N_{дв}, C_{дв}, T_{д.с.д}, MP, C_{а.в.р}, C_{к.р}, C_{ср.д}, C_{ср.х})$,
где $N_{дв}$ – количество двигателей в оборотном фонде ремонтного предприятия;

$C_{дв}$ – цена нового двигателя;

$T_{д.с.д}$ – наработка на досрочный съем двигателя в рассматриваемый период;

MP – межремонтный ресурс двигателя;

$C_{а.в.р}$ – цена аварийно-восстановительного ремонта;

$C_{к.р}$ – цена капитального ремонта;

$C_{ср.д}$ – средняя стоимость доставки двигателя до эксплуатирующей организации;

$C_{ср.х}$ – средняя стоимость хранения резервных двигателей на ремонтном предприятии.

В связи с тем, что в настоящее время газотранспортные общества и энергетические компании не ведут учета времени простоя по причине отсутствия резервных ГТД, то достоверность результатов оценивалась путем сопоставления косвенных показателей (количество аварийно-восстановительных и капитальных ремонтов), полученных при моделировании по ретро-данным с фактическими значениями.

Результаты моделирования

Рассмотрим результаты, полученные при моделировании эксплуатации парка двигателей АЛ-31СТ, эксплуатируемого в составе газотранспортной системы России, а также парка двигателей ГТД-6РМ, эксплуатируемого в системе распределенного энергохозяйства.

Результаты определения оборотного фонда резервных двигателей АЛ-31СТ. В настоящее время в ряде газотранспортных обществ сложилась критическая ситуация с резервными двигателями АЛ-31СТ. Основной причиной этого послужило проявление конструктивных дефектов, приводящих к досрочному съему двигателей. Начиная с 2010 г. наблюдается большой поток отказов, который фактически привел к работе компрессорных станций без резервных двигателей. Остроты проблеме придало решение руководства ОАО «Газпром» о приостановлении закупок новых двигателей до устранения выявленных конструктивных дефектов. Соответственно, газотранспортные общества временно лишились возможности закупать резервные двигатели. В этих условиях решение о создании собственного оборотного фонда на ремонтном предприятии выглядит обоснованно, определение его рационального состава приведено далее.

По состоянию на 01.01.2012 в ОАО «Газпром» находилось в эксплуатации 62 двигателя АЛ-31СТ в четырех невзаимозаменяемых модификациях. Эксплуатация двигателей происходила на 14 компрессорных станциях в шести газотранспортных обществах. Для удобства идентификации результатов в дальнейшем будем использовать порядковые номера компрессорных станций (КС № 1 ... КС № 14) и газотранспортных обществ (ГТО № 1 ... ГТО № 6).

Основные исходные данные, принятые при моделировании:

- продолжительность эксплуатации – 35 лет;
- межремонтный и назначенный ресурсы двигателя – соответственно 25 000 и 75 000 ч;
- наработка на досрочный съем двигателя $T_{д.с.д}$ изменяется в диапазоне от 5 000 до 30 000 ч;
- продолжительность замены двигателя с учетом подготовительных работ, проводимых на газоперекачивающем агрегате, – 144 ч;
- продолжительность аварийно-восстановительного и капитального ремонтов – 90 суток и 150 суток соответственно;

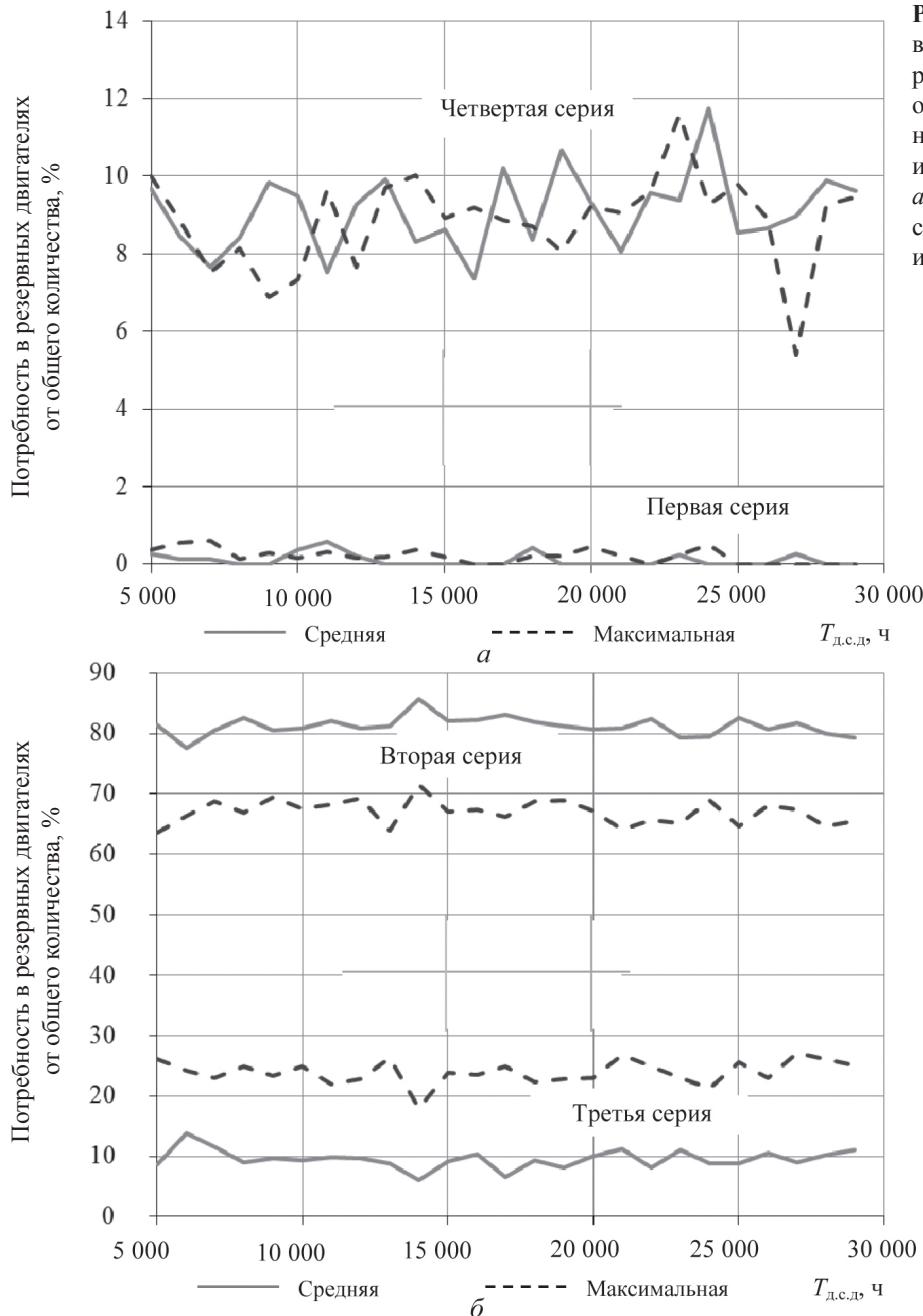


Рис. 2. Изменение потребности в резервных двигателях различных серий в зависимости от значения наработки на досрочный сьем двигателя и загрузки компрессорных станций: *a* – двигатели первой и четвертой серий; *б* – двигатели второй и третьей серий

Исходные значения наработок двигателей АЛ-31СТ, их состояние, а также распределение по компрессорным станциям приняты по состоянию на 01.01.2012.

На основании обработки статистических данных для каждой компрессорной станции были определены средняя и максимальная загрузки в течение года.

Цены капитального и аварийно-восстановительного ремонтов принимаются равными 40 и 30% соответственно от цены нового двигателя заданной серии.

Описанные исходные данные позволяют провести моделирование. Как было отмечено ранее, парк двигателей представлен четырьмя сериями. Потребность в той или иной серии различна. Расчетное изменение потребности в резервных двигателях различных серий в зависимости от значения наработки на досрочный сьем двигателя при средней и максимальной нагрузках компрессорных станций представлено на рис. 2.

Как видно, более 80% потребностей в резервных двигателях приходится на вторую серию (рис. 2).

Необходимость в получении двигателей во временное пользование возникает в случае отсутствия в газотранспортном обществе резервных двигателей, необходимых для восстановления работоспособности газоперекачивающих агрегатов, участвующих в транспортировке газа. Зависимости потребного количества ГТД различных серий по времени эксплуатации представлены на рис. 3.

В случае если не рассматривать необходимости замены списанных двигателей (рис. 3, б), то максимальная потребность в дополнительных резервных двигателях второй серии сокращается на ~ 30%.

Учитывая полученное распределение потребностей, проведем анализ изменения величин финансовых потерь эксплуатирующих организаций при варьировании количества резервных двигателей. Оборотный фонд из двух двигателей второй серии позволяет сократить величину финансовых потерь

в 1,8–2 раза, или на 1 900–4 500 млн руб. (рис. 4, а). Вариации оборотного фонда с двумя двигателями второй серии в сочетании с одним двигателем третьей или четвертой серии (*Средн_0201* и *Средн_0210*) не приводят к значительному снижению величины финансовых потерь газотранспортных обществ (рис. 4, б). Здесь и далее для простоты отображения количества двигателей различных серий на рисунках введены следующие обозначения: *Традиц* – традиционная схема эксплуатации, *Средн* – средняя загрузка компрессорных станций, а 1, 2, 3, 4 – количество двигателей соответствующей серии.

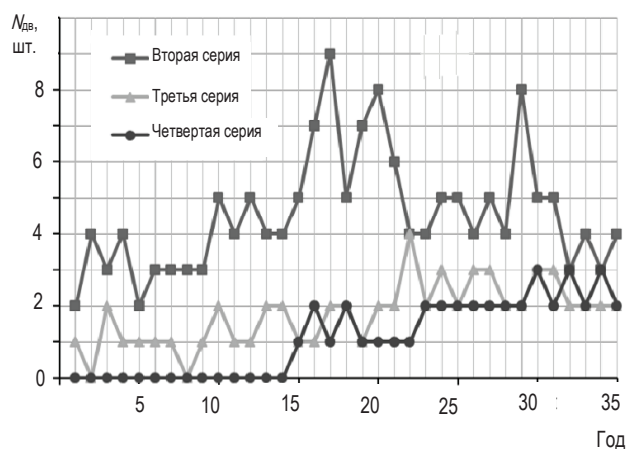
При этом величина доходов ремонтного предприятия с учетом оборотного фонда из двух двигателей второй серии в среднем на 4–6% (на 400–600 млн руб.) выше аналогичных значений доходов при традиционной эксплуатации практически во всем диапазоне изменения $T_{д.с.д}$ (рис. 5). Как и в случае со значениями финансовых потерь эксплуатирующей организации, варьирование состава оборотного фонда не приводит к существенному увеличению доходов ремонтного предприятия.

Таким образом, в результате проведенных расчетов рациональным оборотным фондом, созданным на базе ОАО «Уфимское моторостроительное производственное объединение» (ОАО «УМПО»), являются два газотурбинных двигателя АЛ-31СТ второй серии. Среднее количество запросов резервных двигателей за весь период моделирования – 24, при этом средняя наработка двигателя в одном периоде использования резервных двигателей составляет ~ 1 500 ч. В соответствии с приведенной ранее зависимостью определяется стоимость использования резервных двигателей $C_{и.р.д}$. Из результатов моделирования следует, что средняя стоимость владения одним резервным двигателем за весь период составляет 155,4 млн руб., а стоимость часа использования резервного двигателя составляет ~ 8 550 руб.

Также необходимо определить, имеются ли преимущества у газотранспортных обществ при временном использовании резервных двигателей ремонтного предприятия по сравнению с дополнительной закупкой резервных двигателей. Для этого необходимо оценить потребности обществ в резервных двигателях, а также ожидаемую среднюю наработку этих двигателей. Осредненные за весь период моделирования потребности эксплуатирующих организаций в дополнительных резервных двигателях представлены на рис. 6.



а



б

Рис. 3. Распределение потребностей в резервных двигателях различных серий по годам эксплуатации:

- а – с учетом списанных двигателей;
- б – без учета списанных двигателей

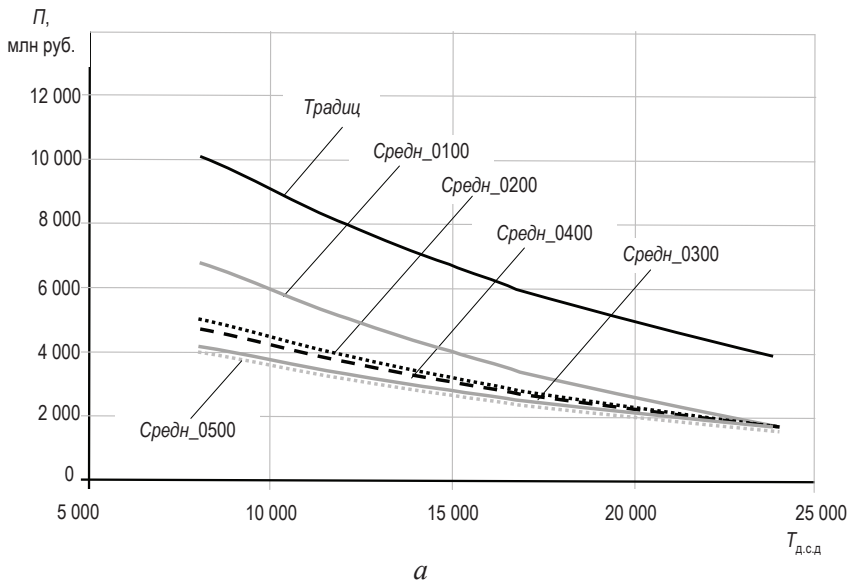


Рис. 4. Зависимости изменения значений финансовых потерь газотранспортных обществ: *a* – при традиционной схеме эксплуатации; *б* – при краткосрочном использовании резервных двигателей завода с различным сочетанием их количества

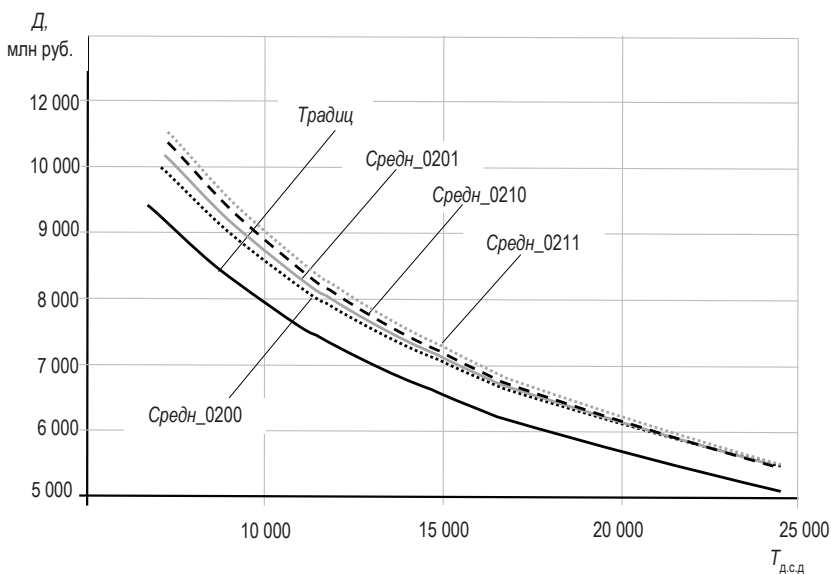
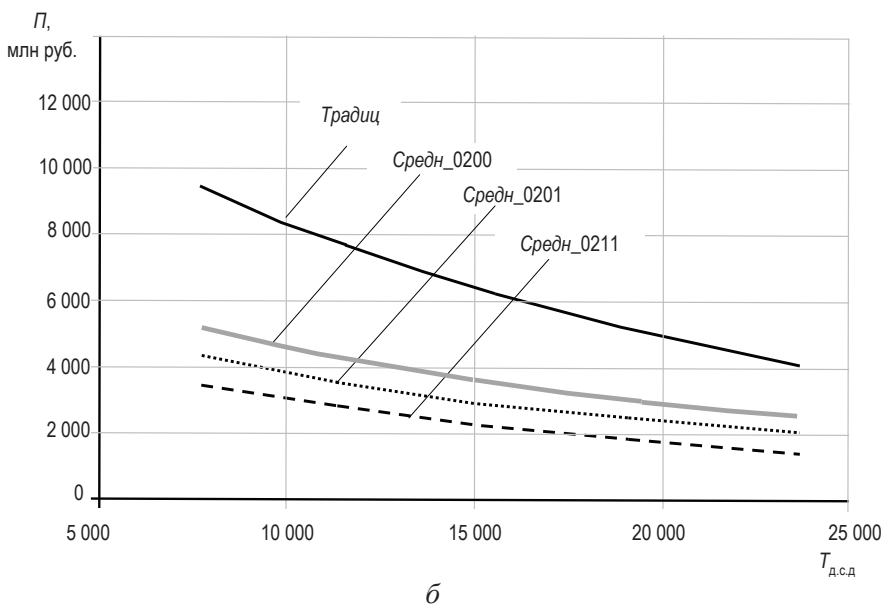


Рис. 5. Зависимости изменения значений доходов ремонтного предприятия при традиционной схеме эксплуатации и при краткосрочном использовании резервных двигателей завода с различным сочетанием их количества

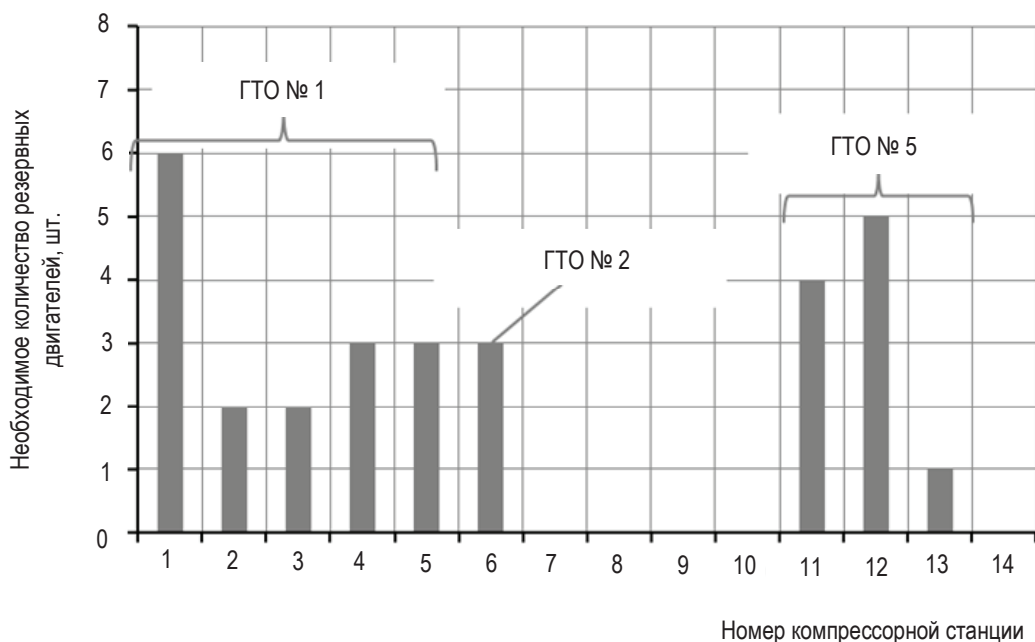


Рис. 6. Распределение потребного количества резервных двигателей ремонтного предприятия по компрессорным станциям

Наиболее востребованы дополнительные двигатели на компрессорных станциях ГТО № 1 (16 ед.). Также в ходе моделирования эксплуатации были определены величины наработок резервных двигателей ремонтного предприятия на каждой компрессорной станции и соответствующего общества (рис. 7).

На основании полученных данных определяется экономическая выгода эксплуатирующих организаций при получении ими резервных двигателей во временное пользование. Так как каждое газотранспортное общество осуществляет собственный учет материальных средств, то передача резервного

двигателя из одного общества в другое крайне проблематична, поэтому восполнение потребности в резервных двигателях производится для каждого общества отдельно. При этом краткосрочное использование двигателей позволяет ОАО «Газпром» сэкономить ~ 542 млн руб. по сравнению с традиционным способом закупки резервных двигателей.

Результаты определения оборотного фонда резервных двигателей ГТД-6РМ. Одним из распространенных двигателей, применяющихся для выработки электроэнергии, является ГТД-6РМ производства ОАО «НПО «Сатурн». В настоящее время предприятие использует один двигатель для

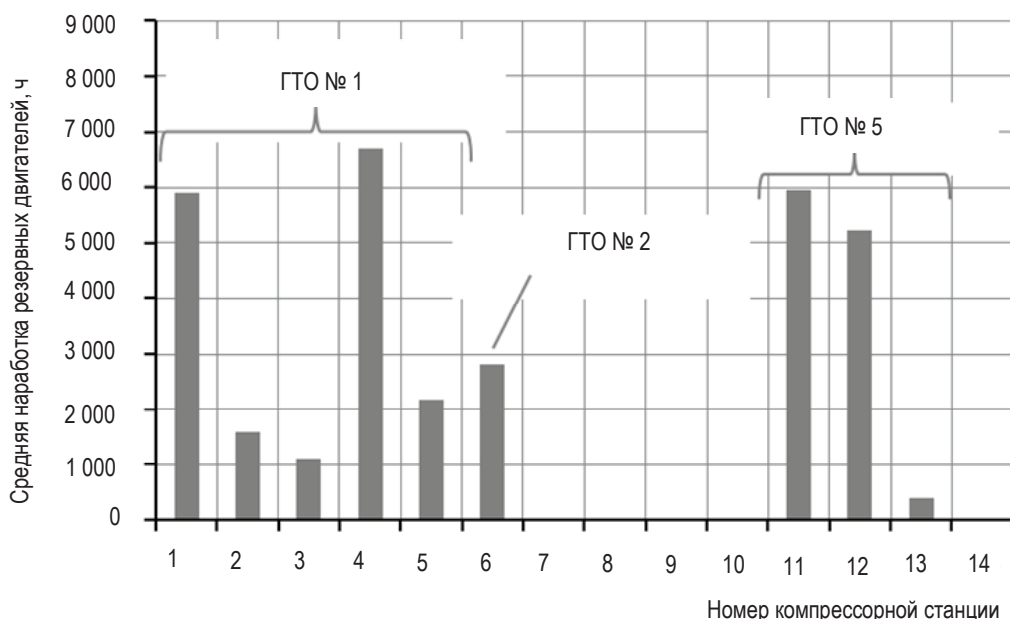


Рис. 7. Распределение средней наработки резервных двигателей ремонтного предприятия по компрессорным станциям

передачи его в аренду на время ремонта основного оборудования ОАО «Сургутнефтегаз». Однако полноценного анализа потребностей в подобной услуге со стороны других эксплуатирующих организаций (ЭО) не проводилось. Представленные далее меры направлены на устранение указанного недостатка.

По состоянию на 01.01.2014 в 13 различных компаниях ТЭК в составе 20 газотурбинных электростанций (ГТЭС) в эксплуатации находилось 60 двигателей в двух невзаимозаменяемых модификациях: невзрывозащищенная (в настоящее время не выпускается) и взрывозащищенная. Для удобства идентификации результатов в дальнейшем будем использовать порядковые номера газотурбинных электростанций (ГТЭС № 1...ГТЭС № 20) и эксплуатирующих организаций (ЭО № 1...ЭО № 13).

Основные исходные данные, принятые при моделировании:

- продолжительность эксплуатации – 35 лет;
- межремонтный и назначенный ресурсы двигателя – 30 000 и 120 000 ч;
- наработка на досрочный съем двигателя $T_{д.с.д}$ изменяется в диапазоне от 30 000 до 65 000 ч;
- продолжительность замены двигателя с учетом подготовительных работ, проводимых на газоперекачивающем агрегате, составляет 144 ч;
- продолжительность аварийно-восстановитель-

ного и капитального ремонтов составляет 150 суток;

Исходные значения наработок двигателей ГТД-6РМ, их состояние, а также распределение по электростанциям приняты по состоянию на 01.01.2014.

На основании обработки статистических данных для каждой электростанции были определены средняя и максимальная загрузки в течение года.

Цены капитального и аварийно-восстановительного ремонтов принимаются равными 40 и 30% соответственно от цены нового двигателя заданной серии.

Сформированные исходные данные позволяют по описанному ранее алгоритму провести моделирование. Учитывая, что в настоящее время двигатели производятся только в одном исполнении (взрывозащищенном), задача несколько упрощается. Таким образом, в результате проведенных расчетов рациональным оборотным фондом являются два газотурбинных двигателя ГТД-6РМ, что позволяет снизить величину финансовых потерь эксплуатирующих организаций по причине вынужденного простоя электростанций в среднем на 223,8 млн руб. (на 13,4%) по сравнению с традиционным методом формирования оборотного фонда эксплуатирующих организаций (рис. 8). При этом доходы ремонтного предприятия в среднем на 144,2

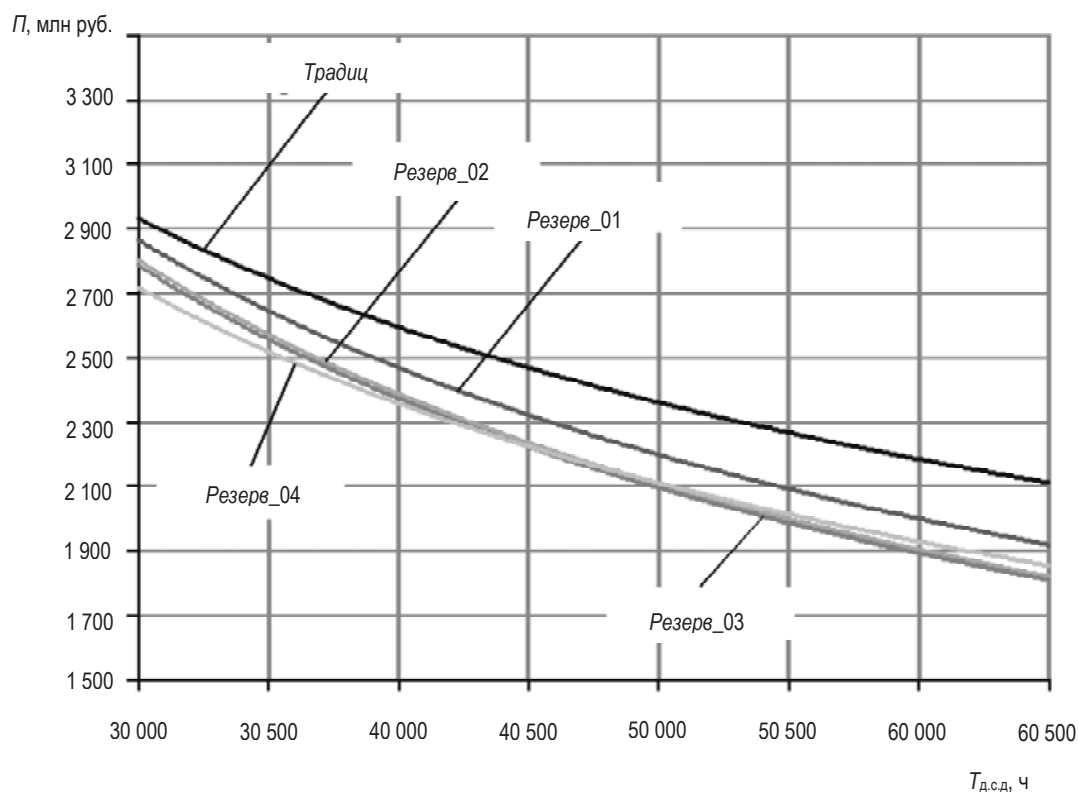


Рис. 8. Зависимости изменения значений финансовых потерь эксплуатирующих организаций при традиционной схеме эксплуатации и при краткосрочном использовании резервных двигателей завода с различным сочетанием их количества

млн руб., или на 7%, выше аналогичных доходов при традиционном методе (рис. 9). Для удобства восприятия результатов на графиках введены следующие обозначения: *Традиц* – традиционный метод формирования резервного фонда двигателей в эксплуатирующих организациях; *Резерв_01...04* – использование от одного до четырех резервных двигателей ремонтного предприятия дополнительно к имеющемуся в эксплуатирующих организациях оборотному фонду.

Среднее количество запросов резервных двигателей за весь период моделирования – 28, при этом средняя наработка двигателя в одном периоде

использования резервных двигателей составляет ~ 4 150 ч. Средняя стоимость владения одним резервным двигателем за весь период составляет ~ 93 млн руб., а стоимость часа использования – ~ 1 600 руб.

Осредненные за весь период моделирования потребности эксплуатирующих организаций в дополнительных резервных двигателях представлены на рис. 10. Наиболее востребованы дополнительные двигатели в ЭО № 9 (9 ед.). Также в ходе моделирования эксплуатации были определены величины наработок резервных двигателей ремонтного предприятия на каждой электростанции и в соответствующей эксплуатирующей организации (рис. 11).

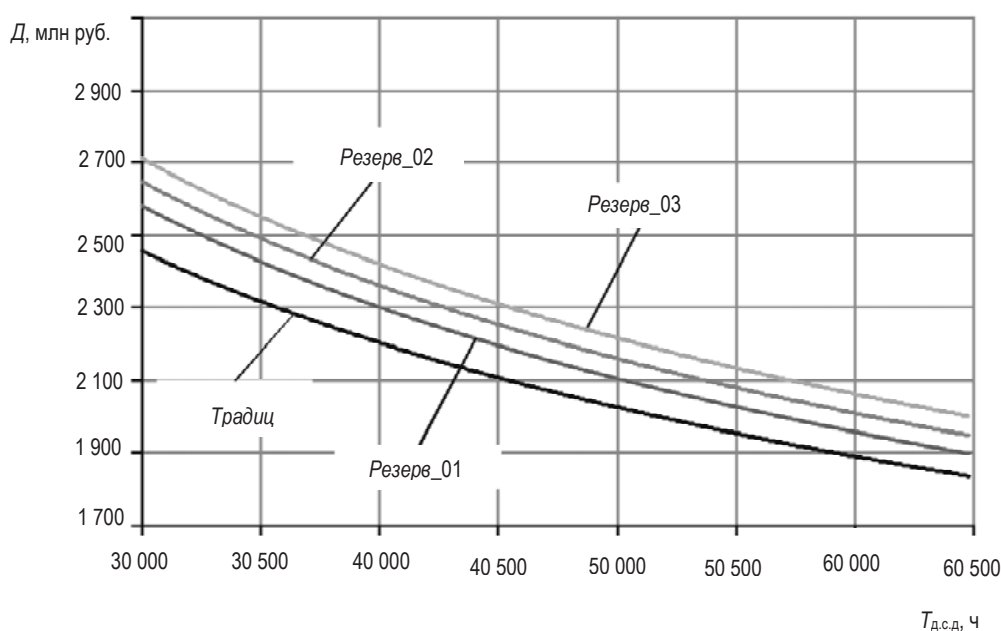


Рис. 9. Зависимости изменения значений доходов ремонтного предприятия при традиционной схеме эксплуатации и при краткосрочном использовании резервных двигателей завода с различным сочетанием их количества

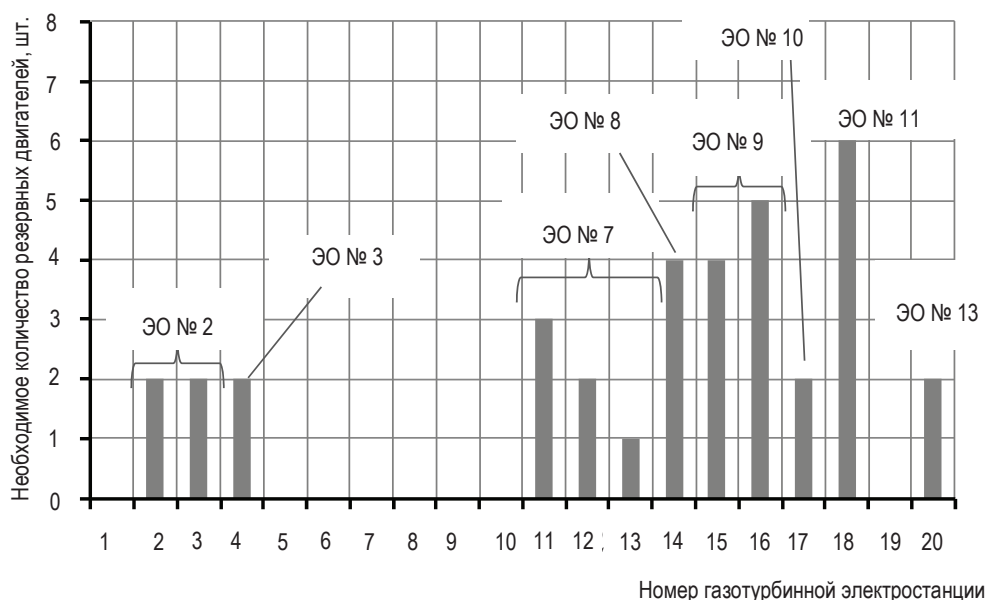


Рис. 10. Распределение необходимого количества резервных двигателей ремонтного предприятия по газотурбинным электростанциям

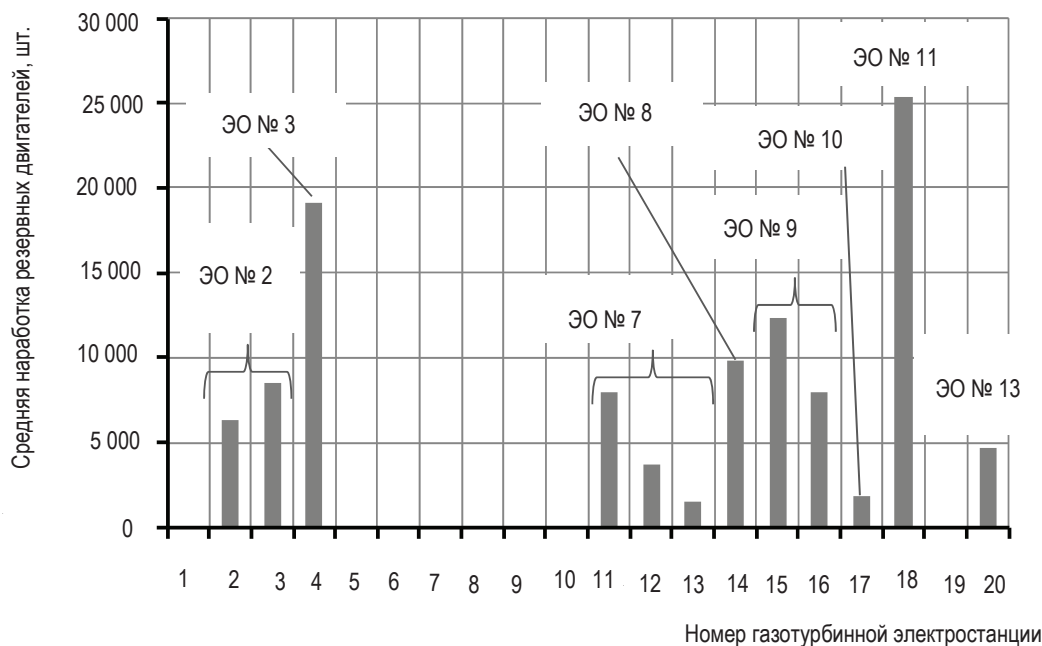


Рис. 11. Распределение средней наработки резервных двигателей ремонтного предприятия по газотурбинным электростанциям

На основании полученных данных установлено, что экономическая выгода эксплуатирующих организаций при получении ими резервных двигателей во временное пользование позволяет суммарно сэкономить примерно 290 млн руб. по сравнению с традиционным способом закупки резервных двигателей.

Заключение

Использование эксплуатирующими организациями резервных промышленных газотурбинных двигателей на правах аренды дополнительно к имеющемуся оборотному фонду позволяет сократить финансовые потери, связанные с вынужденным простоем оборудования по причине отсутствия работоспособных двигателей. Предложение таких услуг со стороны ремонтных предприятий или заводов – изготовителей промышленных ГТД дает им конкурентное преимущество по сравнению с аналогичными отечественными компаниями.

Для принятых исходных данных рациональный оборотный фонд ОАО «УМПО» состоит из двух двигателей АЛ-31СТ второй серии. Данный оборотный фонд позволяет в 1,8–2 раза (на ~3 млрд руб.) сократить величину финансовых потерь газотранспортных обществ. При этом затраты всех эксплуатирующих организаций на краткосрочную аренду АЛ-31СТ на ~542 млн. руб. ниже аналогичных затрат на закупку дополнительного количества резервных двигателей.

Для принятых исходных данных рациональный оборотный фонд ГТД-6РМ состоит из двух двигателей во взрывозащищенном исполнении, позволяющий на 13,4% (223,8 млн руб.) сократить величину финансовых потерь эксплуатирующих организаций при снижении суммарных затрат по сравнению с закупкой дополнительного количества резервных двигателей на 290 млн руб.

Список литературы

1. Акимов В.И., Бакиев Т.А., Скрынников С.В. Опыт исследования надежности ГПА-16Р «Уфа» с применением методов вибродиагностического контроля газотурбинного привода АЛ-31СТН // Газовая промышленность. 2014. № 9. С. 76–78.
2. Альбом технико-экономических показателей газотурбинных ГПА. М.: ВНИИГАЗ, 2006. 81 с.
3. Альков И. Выборочное секвестирование инвестпрограмм и перенос сроков трубопроводных проектов России // Oil & Gas Journal Russia. 2014. № 4. С. 55–65.
4. Варламов Н.В., Белинский А.В., Речинский С.Н., Ребров О.И., Мацук М.Н., Горшкова С.В. Научно-методический подход и опыт разработки схем развития региональных газотранспортных систем // Газовая промышленность. 2014. № 10. С. 15–19.
5. Василенко Т. Миф о 80/20. URL: www.improvement.ru/zametki/pareto.
6. Галиуллин З.Т., Сальников С.Ю., Щуровский В.А. Современные газотранспортные системы и технологии. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. 346 с.

7. *Замоторин Р.В., Зинкевич А.Н.* Solar Turbines – мировой лидер в турбомашиностроении // Газотурбинные технологии. 2005. № 4. С. 8–11.
8. Каталог энергетического оборудования. URL: <http://www.gtt.ru/content/view/1187/113/>.
9. *Клочков В.В.* Организация конкурентоспособного производства и послепродажного обслуживания авиадвигателей. М.: Экономика и финансы, 2006. 464 с.
10. *Ковалев В.В.* Лизинг: финансовые, учетно-аналитические и правовые аспекты. М.: Проспект, 2013. 448 с.
11. *Кузнецов А.И., Кириченко О.С., Шамис Л.В.* Методические аспекты оценки эффективности лизинга на предынвестиционной стадии выбора схемы финансирования // Газовая промышленность (спецвыпуск «Экономика и право в газовой промышленности»). 2014. № 704. С. 63–65.
12. *Марчуков Е.Ю., Куприк В.В., Балабан Ю.Н., Федоров С.А.* Повышение экологических показателей газотурбинного двигателя АЛ-31СТ // Газотурбинные технологии. 2013. № 3. С. 14–16.
13. *Михайлов А.А.* Переход к продаже жизненного цикла как способ повышения конкурентоспособности промышленных двигателей // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 6. С. 29–36.
14. *Подстрехина В.В.* Газотранспортные системы: наследие СССР, проекты и перспективы // Газовая промышленность. 2014. № 8. С. 100–101.
15. *Реус А.Г.* Знания в управлении и управление знаниями. Опыт интеграции высокотехнологичных отраслей. М.: Дело, 2010. 140 с.
16. *Реус А.Г.* Ресурсы – единственное преимущество России // Экономические стратегии. 2005. № 2. С. 5–11.
17. *Силаев О.В., Брындин О.В., Иванов В.А., Булин А.Н., Трусов М.В., Базаркин С.С.* Газотурбинные теплоэлектростанции НПО «Сатурн» на районных тепловых станциях Москвы // Газотурбинные технологии. 2005. № 4. С. 22–27.
18. *Стерлигова А.Н.* Управление запасами широкой номенклатуры. С чего начать? // ЛогИнфо. 2003. № 12. С. 50–55.
19. *Тепляков А.Б.* Аренда имущества. Правовое регулирование. Бухгалтерский учет. М.: Ось-89, 2013. 288 с.
20. *Эдер Л.В., Филимонова И.В., Немов В.Ю., Проворная И.В.* Современные особенности экспорта газа из России // Газовая промышленность. 2014. № 5. С. 14–18.

Economic Analysis: Theory and Practice
ISSN 2311-8725 (Online)
ISSN 2073-039X (Print)

Analysis of Competitive Ability

A METHOD OF IMPROVING COMPETITIVENESS OF INDUSTRIAL GAS-TURBINE ENGINES BY ASSIGNMENT FOR TEMPORARY USE

Andrei A. MIKHAILOV

Abstract

Subject A slumping demand for oil and gas in both the domestic and foreign market together with government control of natural monopolies necessitates budget reallocation of companies operating in the fuel and energy industry. One of the ways to solve the problem is engine leasing, which enables to reduce downtime.

Objectives To develop a method for determining a reasonable composition of the revolving fund of industrial gas-turbine engines at the repair plant, enabling to take into account the specifics of using industrial engines according to their intended purpose, as well as special aspects of their repairing, delivery and storage.

Methods The article defines the necessary reserve of engines under the method of modeling the operation of the fleet of gas-turbine engines within the gas transportation system or distributed power utilities. It allows reducing the costs of operators caused by gas transportation or energy equipment downtime due to the lack of properly functioning engines.

Results I performed the simulation of the fleet operation of AL-31ST engines within the gas transportation system of Russia, and of GTD-6RM engines within the objects of distributed power utilities. I determined the value of financial losses of the operating organizations caused by the lack of efficient engines, the amount and composition of the required revolving fund of reserve

engines, which allow cutting such losses. I assessed the profit of repair companies from assigning the reserve engines for temporary use. For each type of engines, I evaluated the economic effect from temporary use as compared with traditional methods of building the revolving funds of operators.

Conclusions and Relevance A substantiated approach to determining the composition of revolving fund of gas turbine engines at repairing plants and the cost of their use per hour increases the competitive advantages of United Engine Corporation in the market of industrial gas turbine engines. The obtained results may be interesting for both the operators of industrial gas turbine engines and their producers.

Keywords: competitiveness, lease, industrial gas-turbine engine, gas transportation company, operator, repairer, service hour, operation, financial losses, revenue, repair provider

References

1. Akimov V.I., Bakiev T.A., Skrynnikov S.V. Opyt issledovaniya nadezhnosti GPA-16R "Ufa" s primeneniem metodov vibrodiagnosticheskogo kontrolya gazoturbinnogo privoda AL-31STN [The experience of studying the reliability of GPA-16R Ufa using the methods of vibrodiagnostic control of AL-31STN gas turbine drive]. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2014, no. 9, pp. 76–78.
2. Al' bom tekhniko-ekonomicheskikh pokazatelei gazoturbinnyykh GPA [The album of techno-economic indexes of gas turbine gas-pumping units]. Moscow, Russian Research Institute for Natural Gases and Gas Technologies Publ., 2006, 81 p.
3. Al'kov I. Vyborochnoe sekvestirovanie invest-programm i perenos srokov truboprovodnykh proektov Rossii [Selective sequestering of investment programs and rescheduling of Russia's pipeline projects]. *Oil & Gas Journal Russia*, 2014, no. 4, pp. 55–65.
4. Varlamov N.V., Belinskii A.V., Rechinskii S.N., Rebrov O.I., Matsuk M.N., Gorshkova S.V. Nauchno-metodicheskii podkhod i opyt razrabotki skhem razvitiya regional'nykh gazotransportnykh sistem [A scientific-methodological approach and experience in developing schemes for development of regional gas transportation systems]. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2014, no. 10, pp. 15–19.
5. Vasilenko T. *Mifo 80/20* [A myth about 80/20]. Available at: www.improvement.ru/zametki/pareto. (In Russ.)
6. Galiullin Z.T., Sal'nikov S.Yu., Shchurovskii V.A. *Sovremennye gazotransportnye sistemy i tekhnologii* [Modern transport systems and technologies]. Moscow, Gazprom Russian Research Institute for Natural Gases and Gas Technologies Publ., 2014, 346 p.
7. Zamotorin R.V., Zinkevich A.N. Solar Turbines – mirovoi lider v turbomashinostroenii [Solar turbines is a world leader in turbo-machine building]. *Gazoturbinnyye tekhnologii = Gas Turbo Technology*, 2005, no. 4, pp. 8–11.
8. *Katalog energeticheskogo oborudovaniya* [Power equipment catalog]. Available at: <http://www.gtt.ru/content/view/1187/113/>. (In Russ.)
9. Klochkov V.V. *Organizatsiya konkurentosposobnogo proizvodstva i posleprodazhnogo obsluzhivaniya aviadvigateli* [Organization of competitive production and after-sale service of aircraft engines]. Moscow, Ekonomika i finansy Publ., 2006, 464 p.
10. Kovalev V.V. *Lizing: finansovye, uchetno-analiticheskie i pravovye aspekty* [Leasing: financial, accounting and analytical, and legal aspects]. Moscow, Prospekt Publ., 2013, 448 p.
11. Kuznetsov A.I., Kirichenko O.S., Shamis L.V. Metodicheskie aspekty otsenki effektivnosti lizinga na predynvestitsionnoi stadii vybora skhemy finansirovaniya [Methodological aspects of evaluating the efficiency of leasing at the pre-investment stage of selecting a financing scheme]. *Gazovaya promyshlennost' (spetsvypusk "Ekonomika i pravo v gazovoi promyshlennosti") = Gas Industry (Special Issue of Economy and Law in Gas Industry)*, 2014, no. 704, pp. 63–65.
12. Marchukov E.Yu., Kuprik V.V., Balaban Yu.N., Fedorov S.A. Povyshenie ekologicheskikh pokazatelei gazoturbinnogo dvigatelya AL-31ST [Improving the ecological index of AL-31ST gas turbine engine]. *Gazoturbinnyye tekhnologii = Gas Turbo Technology*, 2013, no. 3, pp. 14–16.
13. Mikhailov A.A. Perekhod k prodazhe zhiznennogo tsikla kak sposob povysheniya konkurentosposobnosti promyshlennykh dvigatelei [Transition to selling the life cycle as a way to improve the competitiveness of industrial engines]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2013, no. 6, pp. 29–36.
14. Podstrekhnina V.V. Gazotransportnye sistemy: nasledie SSSR, proekty i perspektivy [Gas transportation system: the legacy of the Soviet Union, projects and perspectives]. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2014, no. 8, pp. 100–101.

15. Reus A.G. *Znaniya v upravlenii i upravlenie znaniyami. Opyt integratsii vysokotekhnologichnykh otraslei* [Knowledge in management and knowledge management. Experience in high-tech industries integration]. Moscow, Delo Publ., 2010, 140 p.

16. Reus A.G. Resursy – edinstvennoe preimushchestvo Rossii [Resources are the only advantage of Russia]. *Ekonomicheskie strategii = Economic Strategies*, 2005, no. 2, pp. 5–11.

17. Silaev O.V., Bryndin O.V., Ivanov V.A., Bulin A.N., Trusov M.V., Bazarkin S.S. Gazoturbinnye teploelektrostantsii NPO “Saturn” na raionnykh teplovykh stantsiyakh Moskvy [Gas turbine thermal power stations NPO Saturn at district heating plants of Moscow]. *Gazoturbinnye tekhnologii = Gas Turbo Technology*, 2005, no. 4, pp. 22–27.

18. Sterligova A.N. Upravlenie zapasami shirokoi nomenklatury. S chego nachat’? [Control over a wide

range of inventory. What to start with?]. *LogInfo*, 2003, no. 12, pp. 50–55.

19. Teplyakov A.B. *Arenda imushchestva. Pravovoe regulirovanie. Bukhgalterskii uchet* [Lease of property. Legal regulation. Accounting]. Moscow, Os’-89 Publ., 2013, 288 p.

20. Eder L.V., Filimonova I.V., Nemov V.Yu., Provornaya I.V. Sovremennye osobennosti eksporta gaza iz Rossii [Modern features of gas export from Russia]. *Gazovaya promyshlennost’ = Gas Industry*, 2014, no. 5, pp. 14–18.

Andrei A. MIKHAILOV

United Engine Corporation, Moscow,
Russian Federation

andrmikhaylov@yandex.ru