

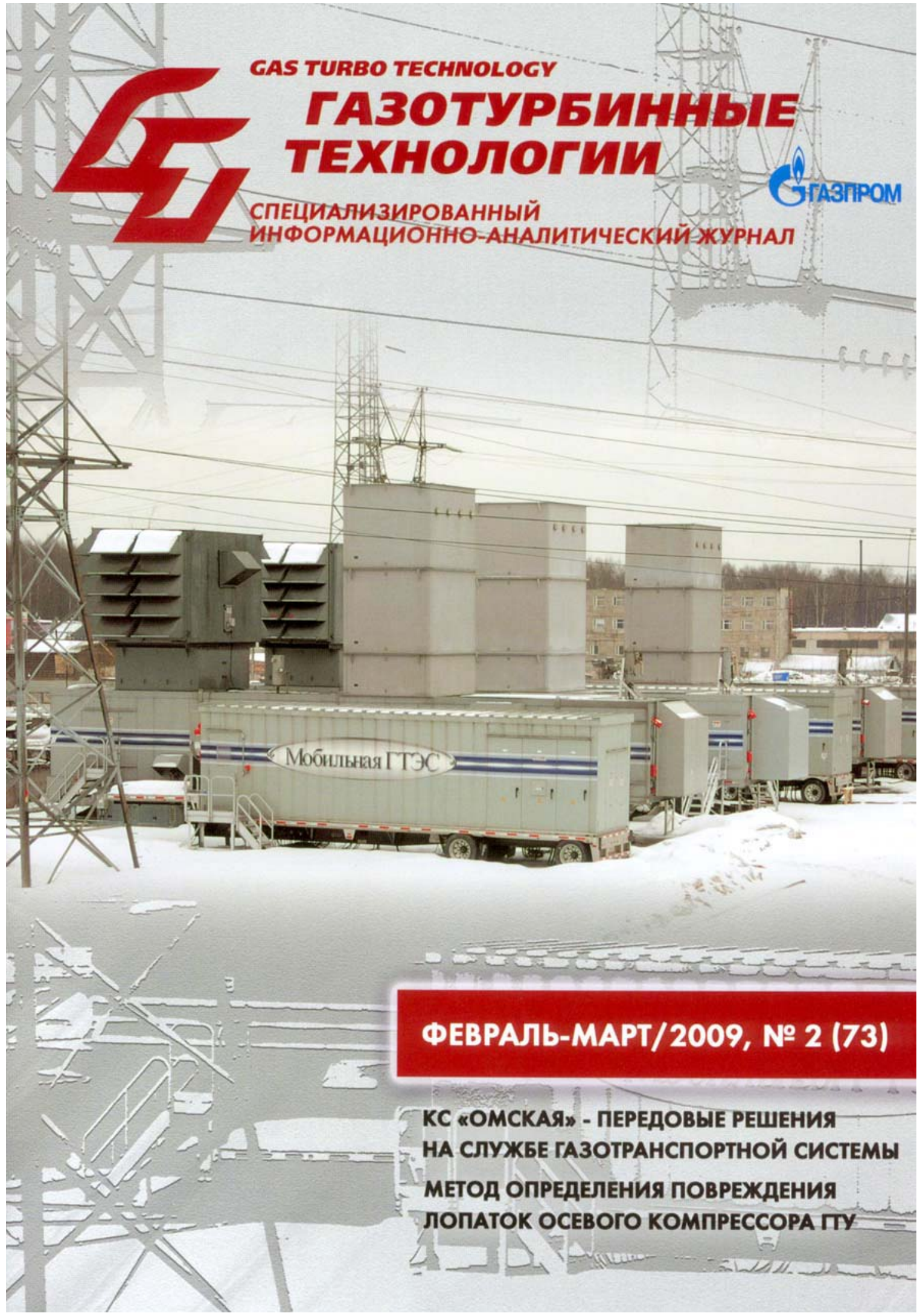


**GAS TURBO TECHNOLOGY**

# **ГАЗОТУРБИННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**



**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ  
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**



**ФЕВРАЛЬ-МАРТ/2009, № 2 (73)**

**КС «ОМСКАЯ» - ПЕРЕДОВЫЕ РЕШЕНИЯ  
НА СЛУЖБЕ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ  
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ  
ЛОПАТОК ОСЕВОГО КОМПРЕССОРА ГТУ**

## ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

# Что необходимо знать заказчику при выборе электростанции

В.П. Мохов – АМНЭР-М

## Нынешняя ситуация с проектированием в малой энергетике

Сейчас для многих производств, городов и населенных пунктов актуальным становится создание электростанции для собственных нужд. Часто это связано с дефицитом тепловой и электрической энергии в регионе, повышенными требованиями к надежности теплоэлектро-снабжения. Не последнюю роль играют и экономические соображения, поскольку собственная энергия намного дешевле покупной.

В эпоху централизованной экономики этими вопросами занимались высококвалифицированные специалисты, а решение о строительстве проходило по многим инстанциям с обязательным обоснованием требуемой мощности, типа оборудования, сроков строительства с ориентацией на конкретного генподрядчика, генпроектировщика, субподрядную организацию. Это были организации с большим опытом работы в энергетике. Сейчас, к сожалению, всего этого нет. Хорошо, если заказчик разбирается в особенностях энергетического строительства, знает преимущества и недостатки современного энергетического оборудования, но выбрать оптимальный вариант электростанции все равно для него очень сложно.

В новых экономических условиях многие производства и организации претерпели существенные изменения в худшую сторону. Это

относится и к проектным организациям. Некоторые из них исчезли навсегда. Но потребность в малой энергетике (а малая энергетика считается от единичного агрегата мощностью 32 МВт и ниже) все возрастает, а это уже стимул для участия в этом бизнесе, часто без опыта проектирования и организации строительства энергетических объектов. Принцип один – всеми правдами и неправдами получить заказ на строительство электростанции, потом найти каких-нибудь исполнителей, уговорив их за минимальную сумму выполнить определенную работу, и получить хорошую разницу между ценой для заказчика и оплатой исполнителям.

## Подход к проектированию

В последнее время проектные организации стали объединяться, чтобы сконцентрировать силы специалистов для решения задач по строительству малых электростанций. Показателем в этом плане Инженерный центр Урала. В сложившейся ситуации мы считаем наиболее оптимальным объединение нескольких проектных организаций в рамках одного объекта с учетом того, что в одной организации есть грамотные, опытные проектировщики-строители, в другой – технологи, в третьей – электрики. Это позволит в целом выполнить проект любой сложности на высоком техническом уровне.

## Как правильно выбрать проектную организацию?

Для начала рассмотрим примеры неправильного подхода к строительству собственной электростанции, с которыми приходилось встречаться АМНЭР-М за полтора десятка лет практической деятельности:

– приобретаются по сходной цене металлоконструкции здания и делается попытка разместить в нем оборудование электростанции. При этом игнорируется мнение проектировщиков, что это здание рассчитано только на восприятие снеговой и ветровой нагрузки. В итоге для восприятия нагрузки от трубопроводов, оборудования ГТА и т.д. требуется соорудить внутри здания дополнительную, еще более металлоемкую конструкцию. Желание сэкономить приводит к большим затратам;

– заказчик выбирает ГТА с высоким *кпд*, мотивируя свое решение как наиболее экономичное с точки зрения экономии топлива на 1 кВт·электрической энергии, но не принимая во внимание, что тепла требуется в несколько раз больше, чем его вырабатывает ГТА. В итоге дополнительно ставятся пиковые паровые или водогрейные котлы, что в целом ухудшает экономические показатели электростанции;

– заказчик решает установить дымовую трубу на крыше здания, что повысит металлоемкость в несколько раз против варианта с установкой трубы на отдельно стоящем фундаменте;

– выбирается дорогостоящее зарубежное оборудование без объяснения причин, хотя есть проектная стадия «Обоснование инвестиций», на которой за небольшие деньги можно сравнить все варианты оборудования различных фирм и выбрать наиболее подходящий для данной задачи. Эту работу может выполнить только квалифицированная проектная организация.

При выборе проектной организации обязательно надо убедиться, что она имеет опыт проектирования малых электростанций, а не только вывеску, что она сама может выполнить часть работы по проектированию и стать генпроектировщиком. Мы предлагаем условную шкалу степени квалификации в зависимости от сложности выполненных проектов.

Проектная организация проектировала:

- только котельные, и то не энергетические, а отопительные;
- только паротурбинные электростанции;
- газотурбинные электростанции, но без утилизации тепла, с установкой ГТУ в контейнере на фундаменте, когда основная работа – выдача электроэнергии;
- газотурбинные электростанции с водогрейными утилизационными котлами;
- газопоршневые электростанции с производством горячей воды;
- газотурбинные электростанции с паровыми утилизационными котлами, бойлерной, водоподготовкой и т.д.;
- паргазовые электростанции (газотурбинные установки, паровые утилизационные котлы, паровые турбины и т.д.);
- газотурбинные электростанции со сбросом выхлопных газов от ГТУ в горелки парового котла (сбросная схема);

■ газопоршневые и газотурбинные электростанции с использованием зарубежной техники.

Чем большее количество пунктов шкалы выполняла проектная организация и сложнее электро-

станция, тем выше уровень ее квалификации.

### Критерии выбора электростанции

Перед выбором электростанции заказчик сам должен расставить критерии в порядке приоритета, какие из них основные, а какие дополнительные, и довести их до проектировщика. Примеры критериев – максимальная надежность, максимальная экономичность, минимальные капитальные вложения, минимальный срок окупаемости и т.д.

### Определение типа электростанции

Чтобы проектировщик мог правильно выбрать оборудование, заказчик должен предоставить ему кроме двух основных величин – номинальной электрической мощности (МВт) и номинальной величины тепловой энергии (Гкал.) – следующие данные:

- потребность в электроэнергии по месяцам года и суточную потребность за декабрь и июль (самый холодный и самый теплый день года);
- месячную потребность в тепловой энергии;
- объемы и параметры пара – количество (т/час), температуру (°С) и давление (кг/см<sup>2</sup>);
- максимальную тепловую энергию на отопление и вентиляцию (Гкал./час) с графиком суточной потребности.

Для промышленных предприятий необходимы сведения о максимальной мощности электродвигателей и специфике работы предприятия.

### Выбор основного оборудования

Обычно при выборе основного оборудования перед заказчиком стоит дилемма: газотурбинное или газопоршневое. Очевидно, необходимо знать хотя бы основные положительные и отрицательные сторо-

ны ГТУ (газотурбинная установка) и ГПУ (газопоршневая установка).

Как же определить наиболее подходящий агрегат для своих конкретных задач?

Есть достаточно расхожее мнение: чем выше электрический *кпд* агрегата, тем лучше. Однако это справедливо только в случае работы агрегата без утилизации тепла, на выхлоп в атмосферу. Чем выше электрический *кпд*, тем меньше топливного газа расходуется на выработку электроэнергии.

Но много чаще требуется не только электроэнергия, но и тепло в виде пара и горячей воды. Поэтому более корректным будет сравнение удельных показателей на полную полезную мощность, которая равна сумме полезной электрической и полезной тепловой мощности

$$N_{\text{полн.}} = N_{\text{эл.}} + N_{\text{тепл.}}$$

Для сравнения вариантов электростанции на разном оборудовании можно пользоваться следующими удельными показателями:

1. Удельный расход газа как отношение расхода газа к полезной мощности

$$G_{\text{газа уд.}} = \frac{G_{\text{газа}}}{N_{\text{полн.}}}, \frac{\text{м}^3/\text{час}}{\text{кВт}}$$

2. Удельная стоимость электростанции как отношение капитальных затрат на строительство к полезной мощности

$$G_{\text{уд.}} = \frac{G_{\text{эл. ст.}}}{N_{\text{полн.}}}, \frac{\$}{\text{кВт}}$$

В одном случае требуемая тепловая мощность в несколько раз превышает электрическую мощность, в другом она требуется в равных долях, поэтому в первом варианте больше подходят агрегаты с малым *кпд*, во втором – с большим *кпд*. Как правило, для надежной работы электростанции должно быть не менее двух агрегатов.

### Сравнение газотурбинных и газопоршневых установок

Газотурбинные установки имеют ряд преимуществ перед газопоршневыми:

- работают устойчиво в диапазоне нагрузок 0...100%;
- более надежны при сбросах-набросах нагрузок;
- имеют минимальные выбросы  $\text{NO}_x$  (50...100 мг/м<sup>3</sup>);
- вместе с паровыми турбинами могут работать в парогазовом цикле (наиболее экономичный режим), что очень важно в летнее время, когда снижается до минимума потребность в тепле. Установка паровой турбины позволяет летние излишки тепловой энергии преобразовывать в электрическую, что дает возможность отдельно регулировать тепловую и электрическую энергию;

- содержание кислорода в выхлопных газах ГТА более 15%, что позволяет реализовать наиболее экономичную схему – сбросную, когда выхлопные газы от ГТА сбрасываются в горелки парового котла с температурой 460...500 °С, и это позволяет сжигать топливо без подачи в котел воздуха.

Котел в этом варианте может работать в трех режимах:

- а) как утилизационный;
- б) без газовой турбины, обеспечивая заданную номинальную паропроизводительность;
- в) совместно с газовой турбиной, обеспечивая требуемую паропроизводительность от 20 до 100% (самый экономичный вариант).

Сбросной вариант имеет еще одно преимущество, когда потребность в тепле в несколько раз превышает возможности газовой турбины (требуется небольшое количество электроэнергии и большое количество тепла в зимнее время, а в летнее значительно меньше).

Обратимся к газопоршневым установкам. Они имеют значительно больший электрический КПД, чем газотурбинные, в пределах 40...46%. Это является преимуществом в том случае, когда тепла требуется мало.

Однако у них есть и недостатки:

- соотношение электрической и тепловой энергии примерно 1:1, что требует установки дополнитель-

но пиковых водогрейных котлов для обеспечения тепла в зимний период, а это ухудшает экономические показатели электростанции, усложняет систему управления;

- ГПУ плохо работают на изолированную нагрузку, в случае резкого колебания нагрузки они отключаются;


- ГПУ устойчиво работают в диапазоне 50...100% от номинальной мощности, если нагрузка падает ниже 50%, ГПУ отключается. Исключением является ГПУ Волжского завода им. Маминных электрической мощностью 0,5 МВт, которая работает устойчиво от 20 до 100%;

Поэтому, если требуется, например, 20 МВт, то для устойчивой работы ставятся 5, а то и 10 агрегатов меньшей мощности, и они отключаются от нагрузки ступенчато;

- высокое содержание в выбросах  $\text{NO}_x$  – до 1000 мг/м<sup>3</sup>. Установкой катализаторов его можно снизить до 250 мг/м<sup>3</sup>, но это удорожает ГПУ;

- газопоршневые установки работают только на выдачу горячей воды – паровых котлов нет;

- в летнее время, когда некуда девать тепловую энергию, а электрическую снижать нельзя, приходится сбрасывать выхлопные газы в атмосферу через сбросной газопровод, что является далеко не самым экономичным решением.

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что в любом случае, просчитывая электростанцию, которая должна обеспечить требуемые параметры электрической и тепловой нагрузки (месячные и суточные графики), необходимо сравнивать варианты простых решений – применить ГТА или ГПА с водогрейными пиковыми котлами, или парогазовый вариант ГТА плюс паровая турбина – более дорогой, но экономичный. Если требуется производственный пар – вариант ГТА с паровыми котлами-утилизаторами, если требуется большое количество пара, то нужно рассматривать сбросную схему. 



**ОАО «Сумское НПО им. М.В. Фрунзе» приступило к изготовлению компрессорного оборудования для оснащения КС «Грязовецкая» Северо-Европейского газопровода**

В состав КС «Грязовецкая» входят 4 газоперекачивающих агрегата ГПА-Ц-25 единичной мощностью 25 МВт. Все они будут изготовлены в ангарном исполнении. Агрегаты разработаны с учетом необходимости поддерживать давление в газопроводе на уровне 100 атмосфер. Поставить оборудование на объект планируется во 2 кв. 2009 г.

Станция сможет перекачивать 50 млрд куб. м природного газа в год.

**ООО «Газпром трансгаз Ухта» в декабре 2008 г. ввело в эксплуатацию ГПА «Нева-25НК-Р» на Грязовецкой КС**

Блочно-модульный газоперекачивающий агрегат «Нева-25НК-Р» производства ОАО «Моторостроитель» заменил агрегат ГТН-25/76НК, выработавший ресурс.

Особенность проекта в том, что оборудование ГПА устанавливалось в существующее здание. Агрегат укомплектован газотурбинным двигателем НК-36СТ номинальной мощностью 25 МВт и КПД 36% (ISO). Степень повышения давления в компрессоре 598-21-1СУ, изготовленном ОАО «Компрессорный комплекс», – 23,1, расход рабочего тела через двигатель – 101,3 кг/с, частота вращения силового вала – 5000 об/мин, температура на входе в турбину 1454 К, на выходе из двигателя – 730 К, эмиссия  $\text{NO}_x$  – 60 ppm.

