



УДК 661.961.1



**А.А. АСАНОВ**  
КГУСТА ИМ. Н. ИСАНОВА,  
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА  
E-MAIL:ASANOV52@MAIL.RU  
**А.А. ASANOV**  
KSUCTA N.A. N. ISANOV,  
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC

*E.mail. [ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ**

### **PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF SMALL HEAT ENERGY IN THE KYRGYZ REPUBLIC**

*Макалада «таза» көмүр технологияларын колдонуунун негизинде көмүр менен иштетилүүчү кубаттуулугу чакан генераторлор менен электрэнергияны өндүрүү жолдору каралган.*

**Чечүүчү сөздөр:** энергия, көмүр, газдаштыруу, иштеп чыгуу, станция.

*В статье рассматриваются пути развития малых мощностей угольной генерации энергии на основе использования технологий «чистого» угля.*

**Ключевые слова:** энергия, уголь, газификация, генерация, станция.

*In the article the ways of development of small capacities of coal generation of energy on the basis of use of technologies of "pure" coal.*

**Key words:** energy, coal, gasification, generation, station.

В настоящее время уровень состояния энергетики является определяющим фактором успешного социально-экономического развития любой страны. Большим потенциалом для развития энергетики Кыргызстана, благодаря значительному количеству горных рек, обладает отрасль гидроэнергетики. Поэтому более 80 % вырабатываемой электроэнергии по республике приходится на каскад крупных гидроэлектростанций. Вырабатываемая ежегодно электроэнергия на этих станциях в объеме 14.0 млрд квт/ч., если не считать мизерные объемы, поставляемые в соседние страны, в основном покрывают потребности внутреннего рынка. Внутренний рынок потребителей в последние годы значительно увеличился и изменился по структуре, при этом возможности по выработке электроэнергии существующей ГЭС остаются на прежнем уровне. Несмотря на попытки сооружения новых мощностей (Камбар-ата – 2, Верхне Нарынская ГЭС), потенциал которых оценивается около 600 МВт, потребность республики в электроэнергии ежегодно растет. По подсчетам специалистов дефицит электроэнергии к 2020 году может составить до 3 млрд квт/ч. или до 20 % от вырабатываемой энергии в текущий момент.

Изменился и характер потребления электроэнергии. Если четверть века назад до 70 % вырабатываемой электроэнергии потребляла промышленность, то в текущий момент такой объем потребляет население. В этих условиях не может быть и речи о существенном развитии бюджетобразующих секторов экономики и реализации крупных инновационных энергоемких проектов. Выход из этой ситуации видится в освоении и



развитии альтернативных источников энергии, в том числе, с использованием ископаемых углей.

Нынешняя мировая система энергообеспечения основывается по большей части на использовании не возобновляемых энергоносителей (нефть, газ, уголь, уран). Кыргызстан, располагая большими запасами угля в сравнении с другими видами топлива как нефть или газ, отстает от таких стран. Так, за счет угля вырабатывается всего около 15 % всей электроэнергии. Модернизация единственной ТЭЦ в г. Бишкек позволила увеличить мощность станции на 310 МВт и ориентировать ее работу на использование местного бурого угля. Вместе с тем функционирование ТЭЦ, в связи с ее географическим расположением, сопровождается с трудноразрешимыми экономическими, транспортными экологическими проблемами. Сама модернизация была основана на использовании традиционной технологии и оборудования, существующей инфраструктуры станции. Инновационные решения коснулись системы очистки газов, выбрасываемых в окружающую среду, что привело к удорожанию удельных капиталовложений.

Для сравнения, дополнительные мощности в объеме 310 МВт при модернизации ТЭЦ обошлось в 386 млн долл. США, тогда как, в варианте реализации проекта ВерхнеНарынского каскада ГЭС, затраты на ввод новой мощности, равной 245 МВт, в расчетах равна 720.0 млн долл. США. Эти данные указывают на необходимость, на ряду ГЭС, сооружения и ввода новых ТЭС. Можно предположить, что при сооружении новых ТЭС в местах, близких к залежам углей, достигается существенное снижение затрат за счет исключения транспортных затрат на доставку угольного сырья.

Для природно-климатических условий КР наиболее приемлемо на начальном этапе развитие и создание сети малых мощностей угольной генерации. При этом традиционные энергетические технологии, по существу достигшие своего предела экономической и экологической эффективности, должны быть заменены современными инновационными технологиями, основанными на использовании экологически «чистых» продуктов переработки угля. К таким продуктам относятся твердое облагороженное топливо, газообразные и жидкие горючие продукты, полученные из угля.

Большинство технологий получения синтетических топлив из угля многостадийны и энергоемки. Наиболее эффективным направлением использования угля в энергетике, как альтернатива прямому сжиганию, признано сжигание генерированного угольного газа. Преимуществом генераторного газа является возможность поддержания высокотемпературных процессов, большая эффективность сжигания и управления технологическим процессом, а также то, что его можно получать из низкосортных видов ископаемых углей. Угольная электростанция нового поколения от своих предшественниц отличается не только технологическим, но и по экологическим показателям.

К настоящему времени предложены различные варианты реализации процесса газификации [1], которые в большинстве своем можно отнести к одному из следующих типов:

- газификация в плотном слое;
- газификация в кипящем слое;
- газификация угольной пыли в потоке;
- подземная газификация.

Газификация угля снижает не только выбросы парниковых газов, но и уровень несгоревших микрочастиц угля, сажи и других веществ (рис. 1). Данная технология позволяет повысить КПД относительно обычной угольной станции на 20 %, а количество выбросов снизить в 2 – 5 раза. Для работы таких электростанций подходит низкосортный уголь, что недопустимо в классических паровых котлах.

Функционально парогазовая установка (ПГУ) состоит из энергетической, и интегрированной с ней, газификационной части (рис. 2). Основой энергетической части является бинарная паротурбинная установка, включающая газотурбинную установку, котел-утилизатор и паровую турбину. Пар для нее вырабатывается в газификационной

установке и котлах утилизаторах, которые устанавливаются за газовыми турбинами. газификационную установку входят система подготовки топлива, реактор с узлами ввода угольной пыли и вывода шлака, радиационный и конвективный газоохладители, система возврата «летучей» золы в газификатор, системы «сухой» пыле- и сероочистки. Кислород для газификатора производится методом низкотемпературной ректификации жидкого воздуха в воздуходелительной установке.

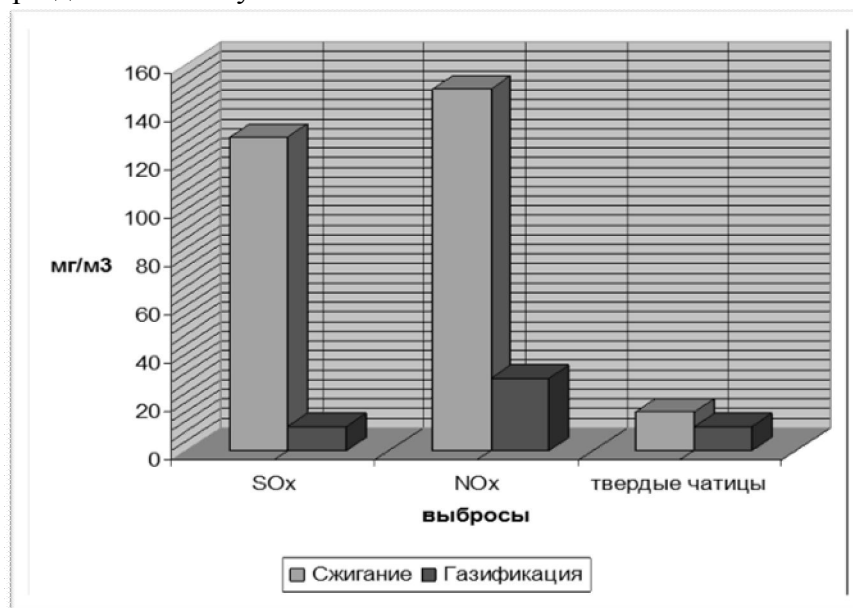


Рис. 1. Диаграмма снижения вредных веществ и газов при сжигании и газификации угля

На рис. 3 приведена структурная схема работы типичной электростанции с газификацией угля [3]. В основу работы электростанции заложена технология «чистого угля», представляющая собой газификацию угля внутри цикла выработки электроэнергии.

В базовую конфигурацию такой электростанции входят: газогенератор на кислородном дутье, установка для очистки газа и турбина комбинированного цикла. Газогенераторный газ подлежит очистке от пыли и вредных веществ, для чего генерирующий комплекс комплектуется системой очистки. Система газоочистки, принципиальная схема которой приведена на рис. 4, представляет целый комплекс оборудования, позволяющих подготовить генераторный газ для использования в генерации энергии.

Были рассмотрены малые угольные электростанции нового поколения, отличающиеся, от своих предшественниц, не только технологическими, но и экологическими показателями. В основу работы таких электростанций заложена технология «чистого угля», представляющая собой газификацию угля с использованием газа для выработки электроэнергии.

Проведенный анализ показывает, что к настоящему времени освоены различные модификации промышленных процессов газификации углей. Наиболее распространенными из которых являются технологии Лурги (стационарный слой кускового угля), Винклера (кипящий слой угольных частиц), Копперс–Тотцека (пылеугольный поток), Тексако (водоугольная суспензия) и их различные модификации.

На опытно-промышленном уровне сейчас обрабатывается около 20 технологий газификации угля нового поколения. Эффективность процессов газификации может существенно повышаться при использовании соответствующих катализаторов, позволяющих снижать температуру при сохранении высокой скорости процесса и регулировать состав продуктов.

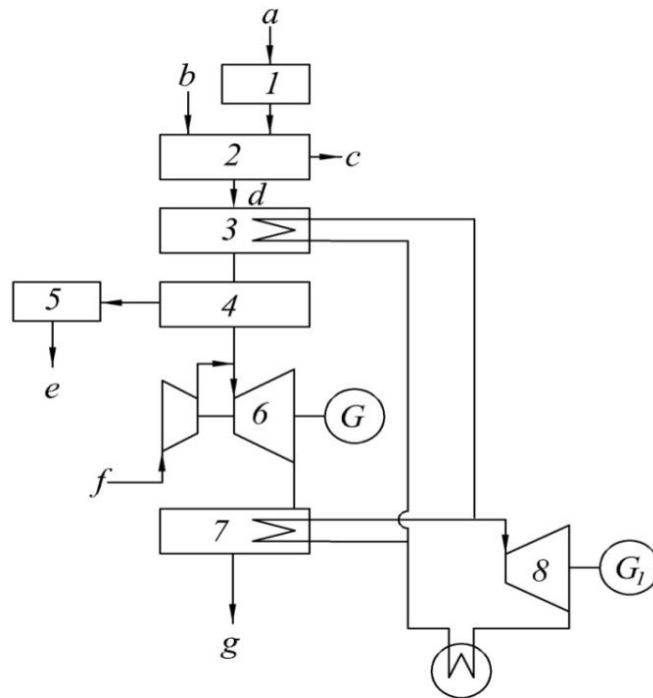


Рис. 2. Структурная схема ПГУ с газификацией угля: 1 – система топливоподготовки; 2 – газификатор; 3 – система охлаждения сырого топливного газа; 4 – система пыле- и газоочистки сырого топливного газа; 5 – узел переработки сероводорода; 6 – ГТУ; 7 – котел-утилизатор; 8 – паровая турбина; 9 – электрический генератор; *a* – уголь; *b* – кислород; *c* – шлак; *d* – сырой топливный газ; *e* – комковатая сера; *f* – воздух; *g* – уходящие газы

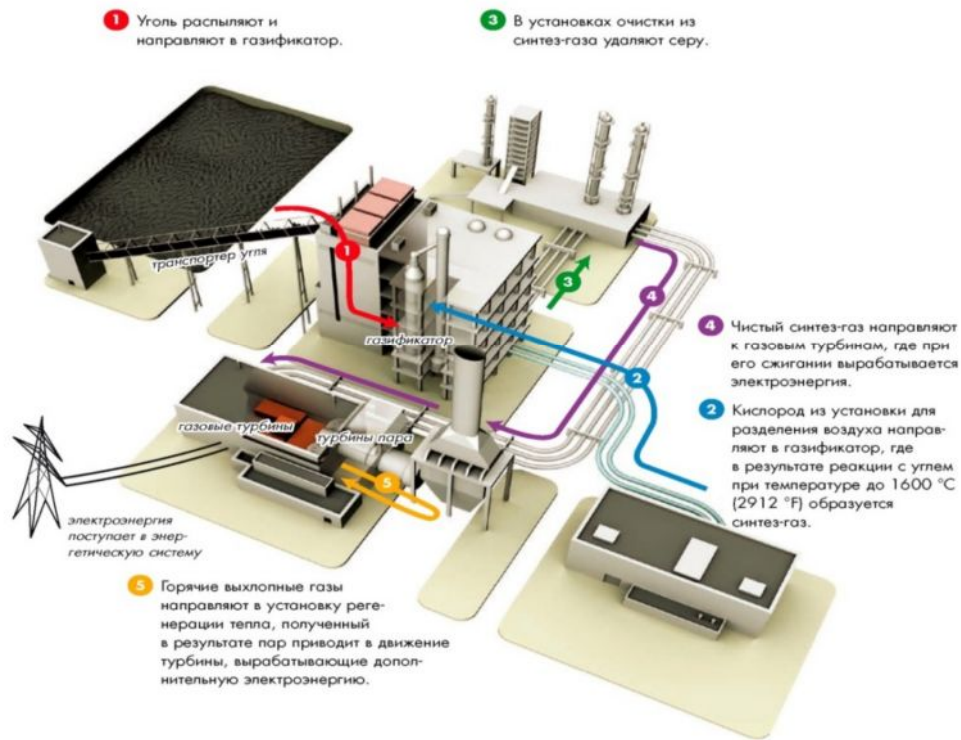


Рис. 3. Структурная схема работы типичной электростанции с газификацией угля



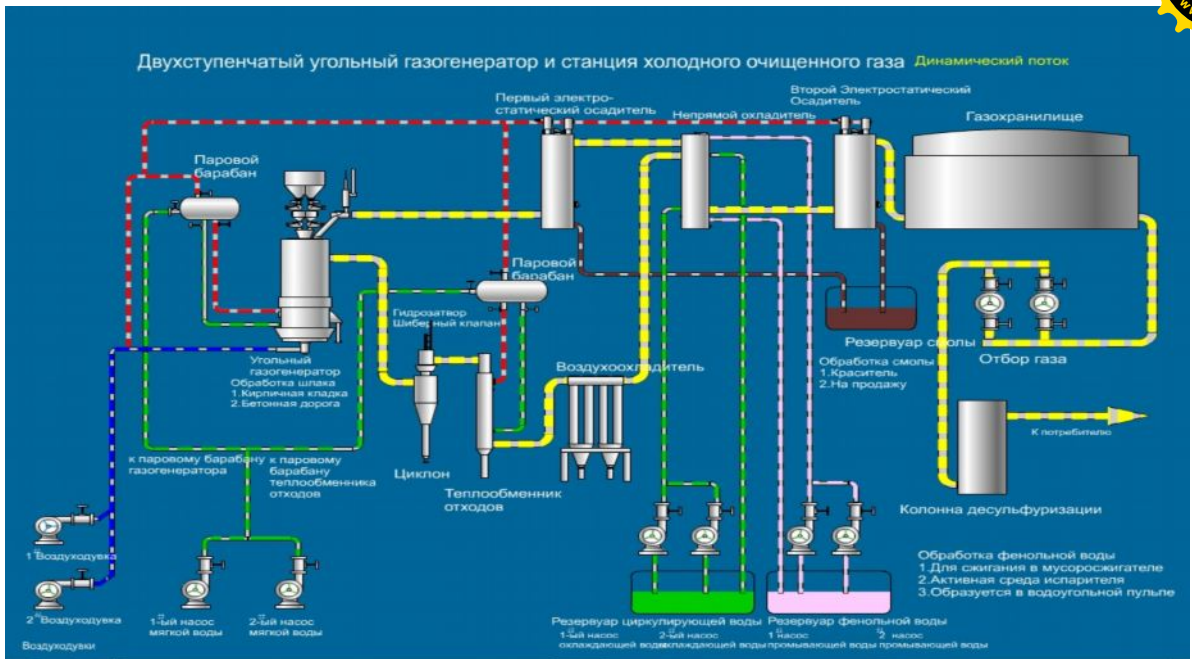


Рис. 4. Принципиальная схема газогенератора с системой очистки газа

Для сооружения локальных энергогенерирующих мощностей, наиболее приемлемы газотурбинные или газопоршневые установки. В качестве примера, на рис. 5 приведены общие виды этих установок. Они работают на очищенном генераторном газе.



а

б

Рис. 5. Общий вид цехов с газотурбинными (а) и газопоршневыми (б) установками

Исследования, проводимые нами в этом направлении [2], позволили предложить принципиальную схему мини-комплекса для генерации энергии с использованием углеперерабатывающей установки со шнековым рабочим органом (см. рис. 6). Отличительной особенностью пиролизного агрегата является применение шнекового рабочего органа для подачи угля в реактор, перемещение ее внутри реактора, и вывод коксового продукта из реактору в бункер для сбора. В данной конструкции, выполненное на уровне изобретения и защищенное патентом, реализованы процессы сухого и окислительного пиролиза угля, достигнута возможность использования исходного угля фракции 0...30 мм включительно. За счет применения бункера – сушилки и узла углеподготовки достигнуто сокращение времени пребывания угля в реакторе, что привело к повышению производительности агрегата.

Для угольной генерации энергии углеперерабатывающая установка укомплектована дополнительными технологическими оборудованями. В

технологическую цепочку оборудования, помимо пиролизной установки, входят: питатель – сушилка для угля, укомплектованная узлом для фракционирования исходного угольного сырья и измельчения/окускования полученного твердого продукта, парогенератор, гидравлический ускоритель, турбина парогидравлическая, электрогенератор с блоком управления. Новыми оборудованием в технологической цепочке являются также конструкции гидравлического ускорителя и парогидравлической турбины.

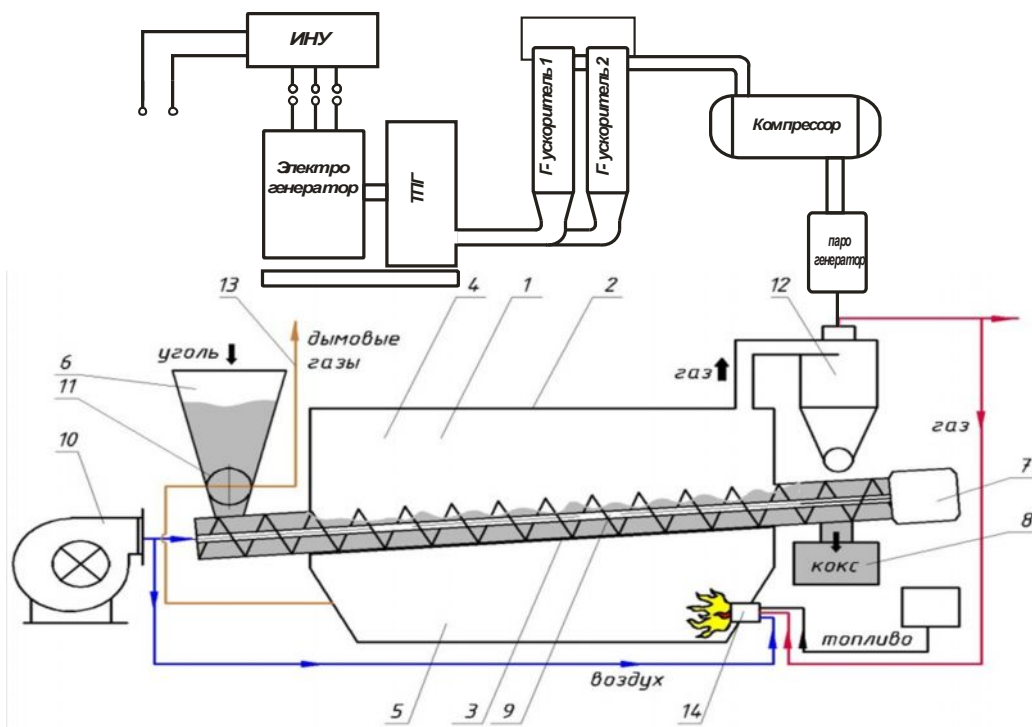


Рис. 6. Принципиальная схема энергогенерирующего углереперерабатывающего комплекса:  
1 -реактор, 2 – шнек, 3,4 – камеры, 5,8 - бункера, 6 – питатель - сушилка; 7 - привод, 9 – вал, 10 – вентилятор, 11 – патрубок; 12 – циклон, 13 – дымоход, 14 – горелка, 15 – бак, 16, 18 – трубопроводы; 17 – ventиль.

Пиролизный агрегат позволяет, помимо коксового продукта, получать газ, горячую воду и пар. В турбине горячая вода непрерывно поступает в ротор через полый вал и движется вначале вдоль его оси, а далее - к периферии [3]. По мере удаления массы воды от центра, благодаря нарастанию центробежной силы, увеличивается скорость истечения пароводяной струи в расширяющейся части сопла Ловала. На выходе пароводяной поток расширяется до конечного давления и приобретает относительную скорость, необходимые для раскручивания турбины, соответственно, генератора для выработки электроэнергии. Пар также может быть использован как для отопления, так и получения горячей воды путем его конденсации. Выполнены конструкторская разработка, и создана компьютерная модель установки для генерации энергии с использованием пароводяной струи (рис. 7).

**Выводы.** На текущий момент, среди инновационных технологий в области энергетики, при отсутствии собственного природного газа, газификация угля является одной из самых востребованных, экономичных и перспективных. Развитие этого направления в условиях нашей горной республики предполагает создание углереперерабатывающих установок для локальной и малой энергетики, как альтернатива к мини – гидростанциям, получающих применение в последнее время.

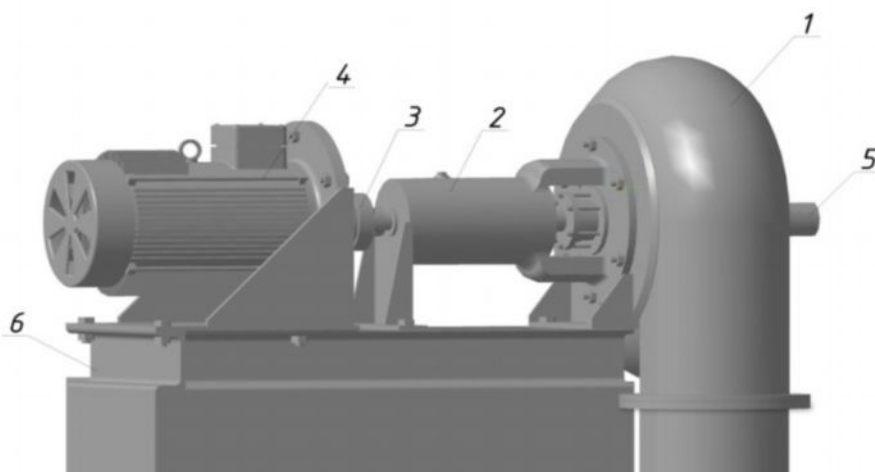


Рис. 7. Компьютерная модель установки для генерации электроэнергии с использованием пароводяной струи: пароводяная турбина с соплами, 2 – узел соединения турбины с генератором, 3 – муфта, 4 – электрогенератор, 5- патрубок для подачи горячей воды, 6 – корпус.

Предложена принципиальная схема мини-комплекса для генерации энергии с использованием углеперерабатывающей установки со шнековым рабочим органом. Для угольной генерации энергии она укомплектована дополнительно следующими технологическими оборудованями: сушилкой угля, парогенератором, гидравлическим ускорителем, парогидравлической турбиной и электрогенератором с блоком управления. Для подтверждения результатов исследования и проверки работоспособности создается опытно-экспериментальный образец установки для угольной генерации, с проектной мощностью, равной 5 квт.

### Список литературы

1. Асанов А.А. Переработка угля – основа новых технологий и энергетики Кыргызстана [Текст] / А.А.Асанов. – Бишкек: ИЦ «Текник», 2011. – 215 с.
2. Асанов А.А. Развитие современных угольных технологий в Кыргызстане [Текст] / А.А.Асанов, А.А. Асанова, К.К. Орозов // Горный журнал (Россия). – 2016. - № 6. - с. 61 – 65.
3. Кирилов И.И. Теория турбомашин [Текст] / И.И.Кириллов. - Л.: Машиностроение, 1974. - 320 с.