

УТИЛИЗАЦИОННЫЕ ТУРБОДЕТАНДЕРНЫЕ АГРЕГАТЫ ОАО «ТУРБОГАЗ»

*Купрыгин О. В., Моисеев С. В.,
Пастухова Е. В., Поливанов В.И., к. т. н.*

Рациональное использование всех видов сырьевых ресурсов являются одной из важнейших стратегических задач национальной экономики любой страны. Одно из перспективных направлений решения этой задачи - применение утилизационных турбодетандерных установок, вырабатывающих электроэнергию на газораспределительных станциях (ГРС) или газораспределительных пунктах (ГРП).

В ряде государств уделяется значительное внимание полезному использованию энергии избыточного давления природного газа, разработке и внедрению соответствующих утилизационных установок, что подтверждается многочисленными примерами действующих установок в США, Канаде, Западной Европе, а так же в странах СНГ (на ТЭЦ-21 г. Москвы, Лукомльской ГРЭС, Минской ТЭЦ-4, на ГРС-7 г. Днепропетровска). Так, например, во Франции утилизационные турбодетандерные установки работают на электростанции «Арктикс», мощностью 3 МВт, на химкомбинате в г. Парди, мощностью 1 МВт, на ГРС итальянского г. Падуя, мощностью 1,5 МВт и т. д. Единичная мощность некоторых установок достигает 10÷12 МВт.

Первая в СНГ утилизационная турбодетандерная установка УТДУ-2500 мощностью 2500 кВт разработана ОАО «Турбогаз» и внедрена в УМГ «Харьковтрансгаз» на ГРС-7 г. Днепропетровска в 1991 году и эксплуатируется до настоящего времени. Из опыта в промышленной эксплуатации, были сделаны доработки конструкции УТДУ-2500 с целью расширения области ее применения на ГРС газотранспортных систем Украины и стран СНГ.

В настоящее время ОАО «Турбогаз» имеет конструкторскую документацию на утилизационные турбодетандерные установки мощностью от 8 кВт до 6000 кВт, а также на комбинированные энергетические установки мощностью до 12МВт, состоящие из турбодетандера и газомоторной или газотурбинной электростанции, которые работают по когенерационной технологии.

Утилизационные турбодетандерные установки, выпускаемые ОАО «Турбогаз», можно условно разделить на агрегаты малой мощности до 300 кВт (первая группа), средней мощности от 300кВт до 1000 кВт (вторая группа), установки повышенной мощности от 1000 кВт до 6000 кВт (третья группа). Все эти турбодетандерные установки предназначены и используются в системах транспорта газа с целью преобразования избыточного давления газа в электрическую энергию. В зависимости от энергетического потенциала транспортируемого газа технологическая схема привязки может состоять из нескольких агрегатов.

Привязка установок осуществляется по типовой схеме (рисунок 1), параллельно действующей ГРП или ГРС, т.е. фактически ОАО «Турбогаз» предлагает новый тип ГРС, которая полностью выполняет функции обычной ГРС и, кроме того, вырабатывает электроэнергию экологически чистым способом. Все оборудование, кроме подогревателя природного газа, размещается в здании или в блок-боксе. Турбодетандерные агрегаты, электротехническое оборудование, теплообменное оборудование для предварительного подогрева газа, система автоматизированного управления установкой, КИП и А серийно выпускаются промышленными предприятиями Украины. Электрогенераторы мощностью от 1 до 6 МВт изготавливаются предприятиями России.

Технологическая схема УТДУ

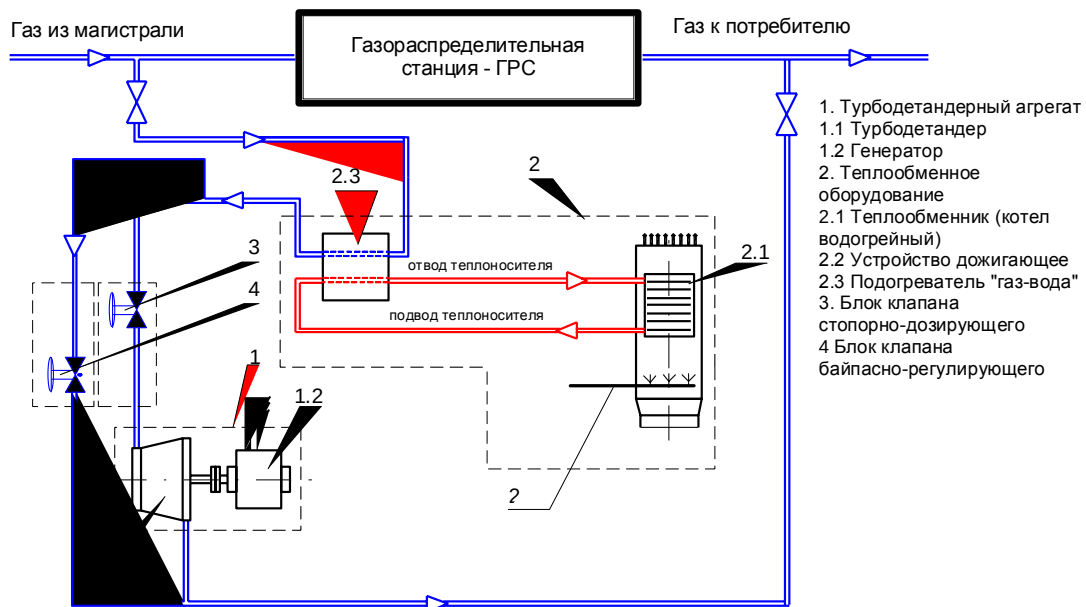


Рисунок 1. Схема привязки к ГРС

Утилизационные детандерные энергетические установки поставляются в комплекте, состоящим из основным технологическим оборудованием, :

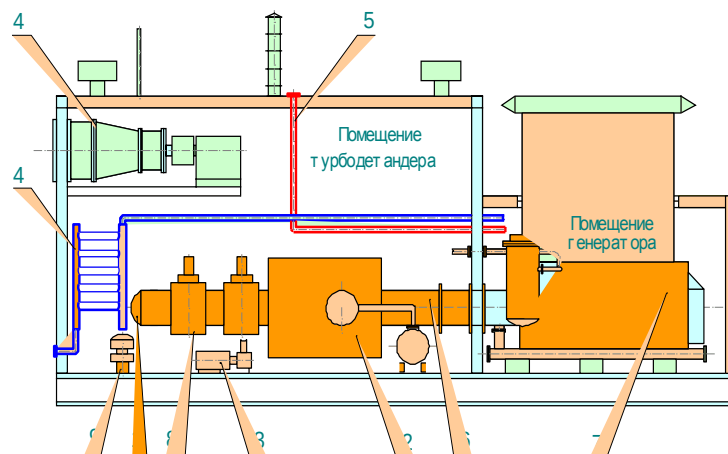
- турбодетандерного агрегата со вспомогательными системами и блоками стопорно-дозировочного и байпаснорегулирующего клапанов;
- синхронного генератора требуемой мощности и напряжения со вспомогательными системами;
- подогревателя газа по одному из вариантов - в виде водогрейного котла, котла утилизатора или теплообменника для подвода тепла от внешнего теплоносителя;
- электротехнического оборудования;
- системы автоматизированного управления установкой.

Все блоки установки унифицированы, т.е. используются в установках различной мощности, кроме турбогенераторного блока. Состав и компоновка турбогенераторного блока зависит не только от мощности генератора, но и от типа привода. ОАО «Турбогаз» разрабатывает и применяет приводы следующих типов:

- детандеры осевые многоступенчатые с частотой вращения 3000 об/мин – без редуктора;
- детандеры с высокооборотными редукторами с частотой вращения до 14000 об/мин.

Агрегаты первой группы предназначены для автономного или резервного энергоснабжения катодных станций, питания САУ, домика оператора, на газораспределительных станциях (ГРС). Например, детандер-генераторная установка ДГУ-8-380-Т-У1 мощностью 8 кВт вырабатывает трехфазный ток частотой 50 Гц, напряжением 380В в соответствии с действующими ГОСТами. Агрегаты по конструкции представляет собой блок с обвязкой и с детандером и генератором в корпусе-капсуле. Использование ДГУ-8-380-Т-У1 исключает необходимость в подводе внешней линий электропередачи к ГРС.

Агрегаты средней мощности предназначены для выработки электроэнергии, автономного электроснабжения компрессорных станций и установок комплексной подготовки газа на промыслах. Общая компоновка агрегата УКС-2-300 состоит из собственно детандера, электрогенератора, размещенных в блок-боксе, трубной обвязки и запорно-регулирующей арматуры, САУ, КИП и А. Система смазки обеспечивает охлаждение опор ротора и выполняет функции смазки трущихся частей, подшипников качения и скольжения и уплотнений. САУ обеспечивает работу агрегата как в автономном режиме, так работу совместно с сетью.



- 1- Газовая обвязка; 2 - Турбодетандер; 3 - Смазочно-уплотнительная система;
 4 - Система отопления и вентиляции; 5 - Система пожаротушения; 6 - Муфта привода генератора;
 7 - Турбогенератор; 8 - Клапан стопорно-дозировочный;
 9 - Кран шаровый проходной с пневмогидроприводом - КН14.

Рисунок 2. Компоновка УКС-2-300

Основные технические данные УТДУ представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические данные УТДУ

Показатели назначения	УТДУ-6000	УТДУ-1000	УКС-2-300
1. Мощность генератора, кВт	6000,0	1000,0	300
3. Напряжение на клеммах генератора, В	6,3 (10,5)		380 +20
4. Частота тока, Гц	50		
5. Эффективный КПД	0,86	0,82	0,8
7. Степень автоматизации	По ГОСТ 23377-84	3	
8. Качество электрической энергии	ГОСТ 23377-84		
9. Расход газа, н. м³/сутки	10 · 10 ⁶	1,5 · 10 ⁶	,24 · 10 ⁶ – ,5 · 10 ⁶
10. Давление газа на входе, МПа	1,2-5,5	1,2-3,6	3,5÷7,5
11. Степень понижения давления газа	5,0- 16,0	2,0-3,5	1,2÷2,54

Утилизационные турбодетандерные установки (УТДУ) третьей группы мощностью от 1000 до 6000 кВт также предназначены для выработки электроэнергии и подачи её в электросеть или на собственные нужды предприятий.

Газа перед УТДУ по всем трем вариантам схем привязки подогревается так, чтобы на входе из детандера его температура была не ниже 0°С...–5°С. Подогрев транспортируемого газа может осуществляться как автономными подогревателями, в которых сжигают часть газа в качестве топлива, так и от местных источников тепла (ТЭЦ, ТЭС и т. п.).

По первой схеме утилизационных установок - контур подогрева состоит из подогревателя теплоносителя типа водогрейного котла, теплообменника газ-жидкость, насосов и запорно-регулирующей арматуры и трубопроводов. По этой схеме (см. рис. 1.) газ греется на входе турбодетандерного агрегата теплоносителем. Подогрев теплоносителя осуществляется за счет сжиганием газа в котле.

Технологическая схема УТДУ ЭУУ

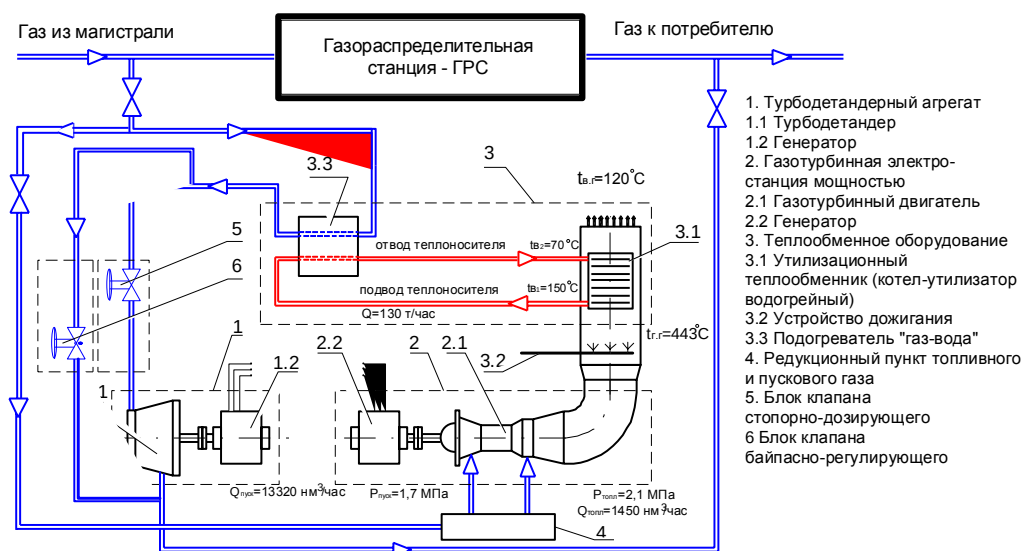


Рис. 3 Принципиальная схема комбинированной энергетической установки

По второй схеме утилизационных установок – реализуется схема, состоящая из турбодетандерного агрегата, газотурбинной электростанции и контура подогрева. Контур подогрева состоит из подогревателя теплоносителя - тип котла-утилизатора, теплообменника газ-жидкость, насосов и запорно-предохранительной арматуры и трубопроводов. По этой схеме (см. рис.3.) газ греется на входе турбодетандерного агрегата подогревателем теплоносителя, который поступает от котла утилизатора, установленного на выхлопной шахте газотурбинной электростанции. **В разветвленной газотранспортной и газораспределительной системе Украины установлено около тысячи газораспределительных станций. Однако, по техническим и экономическим соображениям, в ближайшее десятилетие планируется оснастить 54 ГРС утилизационными турбодетандерными установками с суммарной мощностью порядка 127 МВт. Незначительная часть вырабатываемой электроэнергии будет потребляться на собственные нужды ГРС, а остальная – передаваться в электрические энергосистемы.**

Значительным потенциалом для использования утилизационных турбодетандерных установок обладают газотранспортные системы Белоруссии. Это прежде всего, ГРС "Восточная", "Западная", "Северная" г. Минск и ГРС-2 г. Гродно. Экономически обоснованная утилизация энергии перепада давления природного газа турбодетандерными установками в наибольшей степени соответствует задачам энергосбережения в виде экономии затрат топливных ресурсов на выработку электроэнергии и улучшения экологической обстановки.

Определяющими факторами для решения вопроса о применении утилизационных детандерных энергетических установок (УДЭУ) на ГРС относятся расход газа, перепад давления, количество потребителей, стабильность газопотребления в течение года, наличие вблизи ГРС инфраструктуры для приема выработанной электроэнергии и, по возможности, тепла промышленных предприятий для предварительного подогрева газа на входе в турбодетандер. Перечисленные факторы являются основными, которые существенно влияют на эффективность проекта.

С начала 2005 года на ГРП Минской ТЭЦ 4 Республики Беларусь эксплуатируется две утилизационные детандер-энергетические установки УДЭУ-2500 разработки ОАО «Турбогаз».



Рисунок.4. Утилизационная установка УДЭУ-2500. Турбодетандерный агрегат.

Для технико-экономического обоснования внедрения УТДУ на ГРС и ГРП проводится расчет основных технико-экономических показателей строительства и эксплуатации УТДУ для условий конкретной ГРС, ГРП с целью определения эффективности инвестиций, основанных на оценке прибыли и сроков окупаемости.

Эффективность окупаемости инвестиций определяется соотношением доходной и расходной составляющих потока денежных средств. Доходная часть определяется реализацией выработанной электроэнергии и :

- вырабатываемой мощности;
- цены 1 кВт ч электроэнергии;
- годового баланса рабочего времени электростанции.

Расходная часть зависит от следующих факторов:

- объемами капитальных вложений;
- размерами эксплуатационных затрат;
- условиями налогообложения.

Основные составляющие капитальных вложений включают стоимость следующего оборудования и услуг:

- основного технологического оборудования;
- инжиниринга;
- пуско-наладочных и шеф-монтажных работ;
- разработки проектно-сметной документации строительства;
- строительно-монтажных работ;
- подключения к ЛЭП.

Основные эксплуатационные затраты следующие:

- тепло на предварительный подогрев газа на входе в турбодетандер;
- электроэнергия на собственные нужды;
- смазочные материалы;
- заработная плата обслуживающего персонала с начислениями;
- отчисления на текущий ремонт оборудования, зданий сооружений;
- накладных расходов;
- амортизационные отчисления.

В зависимости от тарифов на электроэнергию, определяемых в каждом конкретном случае Облэнерго, диапазон срока окупаемости и себестоимость вырабатываемой электроэнергии составит:

Наименование	УТДУ-1500	УТДУ-2500	УТДУ-4000	УТДУ-6000
Диапазон себестоимости электроэнергии, долл.	0,030 - 0,035	0,028-0,031	0,020-0,027	0,015-0,018
Срок окупаемости, лет	10 - 15	4,5 – 8	3,5 – 7	3,5 - 7

Время, необходимое для сооружения утилизационной турбодетан-дерной установки, составляет 10 месяцев, при этом пуск в эксплуатацию осуществляется на второй год реализации проекта.

Стоимость зарубежных утилизационных турбодетандерных установок превышает стоимость отечественных. Так, стоимость турбодетандерного агрегата ETG 240 MS фирмы Atlas Copco мощностью 2500 кВт приблизительно в полтора раза превышает стоимость турбодетандерной установки аналогичной мощности ОАО «Турбогаз».

Экологические предпосылки успешной реализации проекта включают в себя экономию предприятиями электроэнергетики на платежах за превышение нормы выброса в атмосферу. Проекты характеризуются сравнительно малыми сроками окупаемости до 4,5÷6 лет (мировой опыт свидетельствует о том, что сроки окупаемости проектов в электроэнергетике составляют в среднем 7 лет).

Деятельность акционерного общества охватывает все стадии производства от исследований и разработок до поставки готовой продукции «под ключ».

В состав предприятия входят: Специальное конструкторское бюро в городе Харькове и Шебелинский опытный завод с испытательным полигоном.

Кроме того, надежные связи с крупными машиностроительными предприятиями Харьковского региона позволяют совместно выполнить любой заказ.

Большинство изготавливаемого оборудования проходит всесторонние испытания на Шебелинском испытательном полигоне, который имеет современные стенды, позволяющие проведение натурных исследований на природном газе Шебелинского месторождения.