

УДК 621.3

## Опыт работы детандер-генераторной установки ДГУЭ-5000 на 2018

Казанцев И.А.

Научный руководитель – ст. препод. ПАНТЕЛЕЙ Н.В.

Турбодетандерная установка предназначена для выработки электроэнергии путём преобразования потенциальной энергии избыточного давления части природного газа, подаваемого на установку от газопровода перед ГРП.

Лукомльская ГРЭС мощностью 2400 тыс. кВт является самым крупным в Республике Беларусь потребителем газа. После газораспределительной станции газ с давлением 1,2 МПа поступает на газораспределительный пункт электростанции, где он дросселируется перед подачей в топку котлоагрегатов до давления 0,125 МПа. Таким образом, энергия избыточного давления газа безвозвратно теряется.

Первая в Республике Беларусь, энергосберегающая, детандер-генераторная установка 5000 кВт (ДГУЭ-5000), сооружена и введена в эксплуатацию в феврале 2000г на ЛГРЭС. Установка позволяет использовать перепад давления природного газа на ГРП для выработки электроэнергии.

Проект сооружения ДГУЭ-5000 Лукомльской ГРЭС выполнен институтом «БелНИПИэнергопром»).

Турбодетандер представляет собой осевой пятиступенчатый агрегат, передающий крутящийся момент к генератору через вал трансмиссии. Электрогенератор типа ТК-2,5-23У3 – синхронный двухполюсный трёхфазный переменного электрического тока на напряжение 10,5 кВ. Охлаждение генератора воздушное по замкнутому контуру с одним водяным охладителем. Принципиальная схема представлена на рисунке 1.

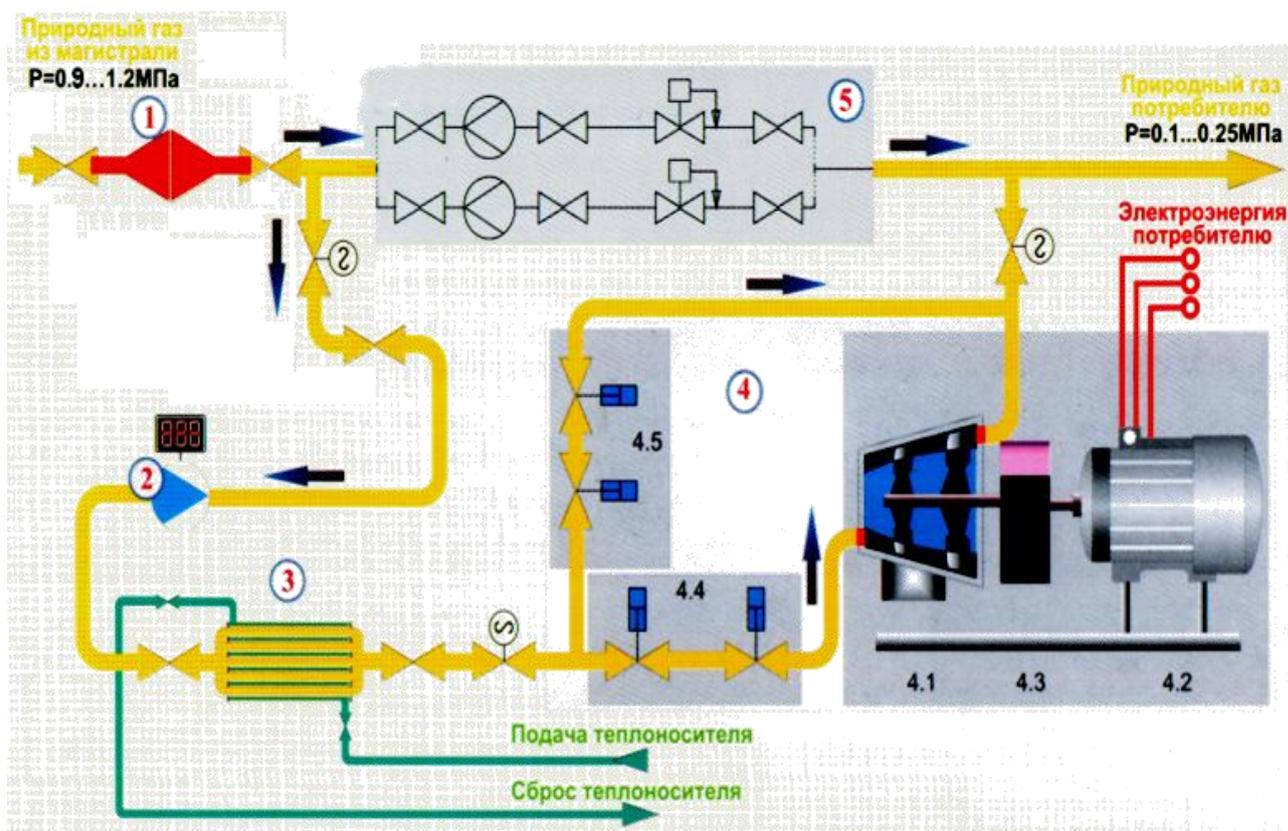


Рисунок 1 – Принципиальная схема ДГУЭ-5000

Осевой двухступенчатый турбодетандер типа ДГА-5000 имеет частоту вращения ротора 9600 об/мин. и через понижающий редуктор приводит во вращение с частотой 3000 об/мин. ротор генератора Т-6-22У3.

Система управления, регулирования и защиты ДГА-5000 в случае его аварийного останова обеспечивает устойчивое поддержание давления газа в газопроводе за агрегатом, соответствующее давлению в газопроводе за ГРП, что исключает возникновение аварийных ситуаций для энергетических котлов электростанции.

При расширении газа в турбодетандере снижается его температура. Минимальная температура газа на выхлопе турбодетандера не допускается ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , поэтому перед подачей газа в турбодетандер необходимо обеспечить его подогрев. Для подогрева газа используется сетевая вода из теплотрассы ГРЭС – г. Новолукомль. Подогрев газа осуществляется в теплообменнике «Газ-вода» (поверхность теплообмена  $661\text{ м}^2$ ). Сетевая вода после этого теплообменника поступает на теплообменники (2шт.), которые обеспечивают подогрев газа перед подачей на котлоагрегаты до положительной температуры ( $\sim 1\div 3^{\circ}\text{C}$ ).

Сетевая вода после этих теплообменников поступает в обратную магистраль сетевой воды из г. Новолукомля.

Для использования тепла технической воды после воздухоохладителя генератора и маслоохладителя системы смазки детандер-генератора установлен теплообменник, в котором это тепло используется для подогрева газа, а охлажденная техническая вода по замкнутому контуру снова поступает на маслоохладитель и воздухоохладитель генератора. Выдача мощности детандер-генераторной установки выполнена кабельной трассой 10,5 кВ на подстанцию г. Новолукомль.

В таблице 1 приводятся технико-экономические показатели детандергенераторной утилизационной энергоустановки ДГА-5000 Лукомльской ГРЭС.

Таблица 1 – Технико-экономические показатели детандер-генераторной утилизационной энергоустановки ДГА-5000 Лукомльской ГРЭС

№ п/п	Наименование Показателя	Размерность	Значение
1.	Установленная электрическая мощность	КВт	5 000
2.	Номинальный расход газа	тыс.м3	170
3.	Давление газа перед агрегатом	ата	10
4.	Температура газа на входе	оС	57
5.	Температура газа на выходе	0С	-20
6.	Число часов работы за год	-	6 000
7.	Эквивалентный удельный расход условного топлива на отпуск электроэнергии	г/кВт.ч	80
8.	Годовая экономия условного топлива при работе ДГА	т.у.т.	4 925
9.	Годовое снижение вредных выбросов в атмосферу при использовании ДГА	тонн	36

Внедрение энергосберегающего комплекса на базе ДГА-5000 на ГРП тепловой электростанции, срок окупаемости комплекса составляет 4,5 года без использования налоговых преференций и 2,5 года при использовании налоговых преференций.

В таблице 2 приведены фактические технико-экономические показатели работы ДГУЭ-5000 Лукомльской ГРЭС за 3 квартал 2018 года.

Таблица 2 – Расчёт экономии топлива от использования ТДГО филиала Лукомльская ГРЭС за 3 квартал 2018 года

№ п/п	Наименование	Обознач.	Размерность	Июль	Август	Сентябрь
1.	Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении Т-отбора	W	МВт*ч/Гкал	0,716	0,716	0,716
2.	Расход тепла на подогрев газа ТДГО	$Q_{п}^{ТДГО}$	Гкал	2413,72	2726,45	2512,76
3.	Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии на энергоблоки 300-315 МВт и ПГУ-427 МВт	$b_{э/э}^{бл, ПГУ}$	г/кВт*ч	290,1	313,7	291,7
4.	Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии на энергоблоки 300-315 МВт	$b_{э/э}^{бл}$	г/кВт*ч	316,5	317,7	315,7
5.	Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии по ТФ циклу	$b_{э/э}^{ТФ}$	г/кВт*ч	146,8	146,9	147,1
6.	Отпуск электроэнергии ТДГО	$\mathcal{E}^{ТДГО}_{отп}$	МВт*ч	3477	3841	3608
7.	Удельный расход топлива на отпуск электроэнергии ТДГО	$b_{э/э}^{ТДГО}$	г/кВт*ч	145,5	145,8	145,8
8.	Экономия топлива ТДГО	$V_{ТДГО}$	т у.т.	796	978	830

Экономия газа снижена в два раза, за счёт лимитирования в потреблении газа, а также из-за не автономной схемы подогрева газа, связанной с теплосетью г.Новолукомля.

За время эксплуатации ДГУЭ-5000 останавливалась 29 раз. Из них:

– 14 плановые остановки по причине отсутствия газа для работы турбодетандера, а также для выполнения регламентных работ.

– 7 остановов из-за повреждений в электрической части. Это пробой кабеля между ДГУЭ и подстанцией Новолукомль, отключение подстанции Новолукомль из-за коротких замыканий, повреждение электродвигателя насоса системы регулирования, повреждение автомата на секции питания насоса системы смазки детандер-генераторной установки, ложная работа электрических защит.

– 4 останова из-за отказа блоков управления дозирующим клапаном и стопорным клапаном, вызванные попаданием грязи в жиклёры. С целью уменьшения загрязнения газа, поступающего на ДГУЭ-5000 на фильтрах ГРП установлены мелкие сетки сечением ячейки 0,15мм в 3 ряда.

– 2 останова из-за понижения температуры газа на выхлопе детандера до пределов уставки технологической защиты ( $\sim 25^{\circ}\text{C}$ ). С целью несения большей нагрузки держали температуру газа на выхлопе на уровне  $-18^{\circ}\text{C}$  и при увеличении расхода газа на котлоагрегаты

электростанции машинисту ДГУ не всегда удавалось разгрузить турбодетандер до нужного предела. Пришлось дать указание держать температуру на выхлопе на уровне  $-15^{\circ}\text{C} \div -16^{\circ}\text{C}$ .

– 1 останов из-за понижения перепада давления масло-газ до пределов уставки срабатывания технологической защиты. Пришлось перенастроить регулятор перепада давления масло-газ.

– 1 останов – срабатывание технологической защиты по загазованности в детандерном отделении (пробило прокладку фланца на газопроводе перед фильтром).

Из всех этих случаев самым тяжелым является отключение единственного маслососа системы смазки из-за обесточения секции РУСН, что привело к подплавлению подшипника генератора со стороны возбудителя. Для исключения таких случаев мы подключили маслосос откачки масла из маслобака ДГА в параллель с маслососом системы смазки и запитали их с разных секций РУСН.

В целом можно констатировать, что детандер-генераторная установка вполне надежная и эффективно работающая энергосберегающая технология



Рисунок 2 – Общий вид на детандер-генераторную, установку 5000 кВт (ДГУЭ-5000)

Ввод детандер-генераторных установок на электростанциях, предприятиях, потребляющих большое количество газа, на газораспределительных станциях вполне оправдан, внесет весомый вклад в решение проблем энергообеспечения народного хозяйства Республики Беларусь, улучшения экологического состояния окружающей среды.

### Литература

1. Мальханов В.П. Турбодетандерные агрегаты в системах подготовки и распределения природного газа. Москва 2004г.
2. Расчёт ПТО ЛГРЭС на 2018 год. Алгоритм расчета экономии по ДГУ.
3. Джадж А. Газотурбинные двигатели малой мощности. Москва 1963г. Изд. Иностран. Лит.