

*Колесов Сергей Николаевич  
студент,  
кафедра теплогазоснабжения,  
Нижегородский государственный архитектурно-строительный  
университет,  
Россия, г. Нижний Новгород  
e-mail: kolesyan999@gmail.com*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

***Аннотация:** В данной статье рассматривается использование потенциальной энергии природного газа высокого давления магистральных газопроводов с применением детандер-генераторов (ДГА).*

**Ключевые слова:** детандер-генераторы, ГРС, природный газ, экономия газа, электрическая энергия.

*Kolesov Sergey Nikolaevich  
student,  
Department of Heat and Gas Supply,  
Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,  
Russia, Nizhny Novgorod*

## USE OF DETANDER GENERATORS IN POWER PLANTS

***Abstract:** This article examines the use of the potential energy of high-pressure natural gas of main gas pipelines using expander generators (DGA).*

**Key words:** expander generators, gas distribution station, natural gas, gas saving, electric energy.

За последние 15–20 лет в большинстве промышленно развитых стран созданы и внедрены установки для преобразования энергии органического топлива в электрическую энергию и теплоту [1]. Дальнейшее повышение технико-экономических показателей таких установок требует поиска новых нетрадиционных методов, применение которых позволило бы существенно повысить технико-экономические показатели работы энергетического оборудования и одновременно улучшить его экологические показатели.

Одной из возможностей решения этой проблемы на промышленных предприятиях, использующих в качестве топлива природный газ, является применение детандер-генераторных агрегатов (ДГА).

Детандер-генераторный агрегат представляет собой устройство, в котором энергия потока транспортируемого природного газа преобразуется сначала в механическую энергию в детандере, а затем в электрическую энергию в генераторе.

Существует также принципиальная возможность получения одновременно с электроэнергией теплоты различных температурных уровней (высокотемпературной – для обогрева и низкотемпературной – для создания холодильных установок и систем кондиционирования), образующейся при работе ДГА [2]. Основными составными частями ДГА являются: детандер, электрический генератор, теплообменники подогрева газа, регулирующая и запорная арматура, система КИП и автоматики.

ДГА используются в системе газоснабжения на станциях технологического понижения давления газа (газораспределительных станциях (ГРС) и газорегуляторных пунктах (ГРП)). Обычно понижение давления газа на ГРС и ГРП осуществляется за счет дросселирования газового потока.

ДГА возможно использовать по двум направлениям: 1) в системе газоснабжения на станциях технологического понижения давления газа (газораспределительных станциях ГРС); 2) в газорегуляторных пунктах ГРП.

Температура газа на входе на ГРС и ГРП зависит от времени года и составляет в Приволжском регионе от  $-10$  до  $+10$  °С. Если газ перед детандером не подогревать, то после расширения его температура может понизиться до  $-80$  и  $-100$  °С, что недопустимо по двум причинам. Во-первых, существуют температурные ограничения при эксплуатации газовых трубопроводов после ГРС и ГРП, запрещающие эксплуатировать эти трубопроводы при температуре ниже минус  $30$  °С.

**Эта причина принципиально может быть устранена за счет простого конструктивного решения:** установки подогревателя газа на выходе из

детандера непосредственно за последней ступенью [3]. Во-вторых, согласно требованиям ГОСТ 5542-87, температура газа на выходе со станции понижения давления должна быть выше точки росы для данного газа. Точка росы зависит от влажности, давления и температуры транспортируемого газа и находится в пределах от  $-7$  до  $-12$  °С. При низких температурах в газе могут образовываться кристаллогидраты. Гидраты углеводородов, или кристаллогидраты  $\text{CH}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_3\text{H}_8 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{C}_4\text{H}_{10} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  представляют собой белые кристаллические образования, похожие на лед или плотный снег. Гидраты могут образовываться как в жидкой, так и в твердой фазах, что при неблагоприятных условиях может привести к нарушению нормального режима работы детандера.

Работа ДГА на ГРС Для подогрева газа в ДГА, работающих на газораспределительных станциях, обычно используются теплообменники, греющей средой в которых является вода, нагретая в котлах, сжигающих органическое топливо.

Если на ГРС внедрить двухступенчатую ГРТ, включенную в газораспределительную систему параллельно дроссельному устройству, газ в первой ступени ГРТ расширится от начального давления 40–43 бар до промежуточного давления  $\sim 14,6$  бар, а во второй – до конечного давления 4,8–5,2 бар (в зависимости от времени года). Газ перед первой ступенью расширения нагревается до 63 °С, а перед второй – до 61 °С водой, которая поступает из котельной установки. Количество производимой электроэнергии составляет около 70 % от количества тепла, затрачиваемого на нагрев газа, что почти вдвое выше эффективности тепловых электростанций.

ДГА, работающие на ГРП при подогреве газа перед ДГА, расположенном на пристанционном ГРП, могут использоваться пар отборов, питательная вода, сетевая вода и уходящие газы котлов или газовых турбин [4].

На тепловой электростанции можно установить четырехступенчатый агрегат, подсоединенный параллельно дроссельным устройствам на ГРС. Диапазон рабочего давления на входе составляет 40–60 бар, давление на выходе равно 2–5 бар, температура газа на входе равна 170 °С, температура газа после

расширения равна 5–20 °С. Нагрев газа перед расширением осуществляется в кожухотрубчатом пароконденсационном теплообменнике. Природный газ пропускается по трубкам, номинальное давление газа – 50 бар, температура на входе – 5 °С, на выходе – 170 °С. В межтрубное пространство подается водяной пар при давлении 11 бар и температуре 210 °С. Температура отводимого конденсата равна 50 °С.

В зарубежной научно-технической периодической литературе дается высокая оценка эффективности ДГА, которая определяется прежде всего меньшими удельными капитальными затратами и удельными расходами топлива на выработку электроэнергии, чем на паротурбинных энергоблоках.

На сегодня на основе детандер-генераторных агрегатов разработаны два типа бестопливных установок. Первая модель состоит из ДГА и традиционного теплового насоса (ТН), в котором рабочим телом являются хладагенты – вещества, имеющие низкую температуру кипения. Вторая модель работает на так называемом воздушном тепловом насосе (ВТН), в котором рабочим телом является обычный атмосферный воздух. У каждого из вариантов установок есть ряд преимуществ и недостатков.

Однако обе эти модели установок, по своей сути, бестопливны, то есть их работа происходит без сжигания топлива.

В настоящее время турбодетандеры оцениваются специалистами как один из перспективных видов турбинной продукции с большим рынком сбыта. Причем рынком наиболее востребован мощностной ряд 1,5–6 МВт.

Следует отметить и инвестиционную привлекательность этого сегмента рынка. По разным оценкам, ресурс внедрения ДГ-технологии в России и СНГ оценивается в 5 000–8 000 МВт. А это загрузка энергомашиностроительных предприятий на многие годы. Срок окупаемости проектов – от 3 до 5 лет.

Для потребителей – это производство относительно дешевой, экологически чистой электроэнергии на собственные нужды. Кроме того, это экономия газа, который можно отправить на экспорт.

Из вышесказанного ясно, что для успешного внедрения детандер-генераторных агрегатов в промышленности России необходим широкий комплекс работ, включающий в себя как научные разработки, так и организацию производства.

### **Список литературы:**

1. Детандер-генераторы. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <http://ervalgroup.com/detander-generator/> (дата обращения: 10.01.2022 г.).

2. Детандер-генератор: от идеи до практики. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://www.eprussia.ru/epr/120/9284.htm> (дата обращения: 10.01.2022 г.).

3. Памяти Алексея Владимировича Яблокова. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://ecodelo.org> (дата обращения: 10.01.2022 г.).

4. Газкомплект-Урал. [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: [www.gaskomplekt.ru](http://www.gaskomplekt.ru) (дата обращения: 10.01.2022 г.).