

## ОТЗЫВ

*официального оппонента д.т.н., профессора  
Рассохина Виктора Александровича на диссертационную работу Белоусова  
Артёма Евгеньевича «Обоснование способа редуцирования природного газа в  
системе газораспределения при помощи детандеров объемного типа»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 25.00.19 «Строительство и эксплуатация  
нефтегазопроводов, баз и хранилищ»*

Диссертация изложена на 127 страницах текста, состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 100 источников и 5 приложений, содержит 54 иллюстрации и 25 таблиц.

### **1. Актуальность темы диссертационной работы**

Утилизация энергии природного газа расширительными машинами в процессе понижения его давления в малых пунктах редуцирования (ПРГ) связана с рядом факторов, затрудняющих электрогенерацию, основными из которых являются: неравномерности отбора газа потребителями, величины расходов и перепадов давлений, недостаточные для питания мощных установок преобразования энергии.

Как следствие, на сегодняшний день в составе малых ПРГ утилизационные установки применяются слабо из-за их низкой эффективности и дороговизны имеющихся образцов, а для понижения давления газа используются дроссельные регуляторы, результатом работы которых является потеря его энергии.

Таким образом, обеспечение малых ПРГ электроэнергией в количестве, достаточном для их собственных нужд, с учетом вышеуказанных факторов путем одновременного использования регулируемых объемных расширительных машин в составе утилизационных установок и в качестве регуляторов давления газа является актуальной научно-технической задачей.

### **2. Научная новизна, результаты работы и их практическая ценность**

Диссертантом была разработана математическая модель процесса редуцирования природного газа в детандере объёмного типа, на основании которой можно определять его оптимальные параметры для обеспечения эффективной работы и поддержания заданного выходного давления из ПРГ, а также оценивать устойчивость его функционирования в нестационарных условиях питания.

По результатам реальных и виртуальных экспериментов были получены зависимости, устанавливающие связь между величинами давления и температуры газа до и после объёмного детандер-генераторного регулятора (ДГР), его расхода и мощности утилизации с величинами частоты вращения и радиуса его ротора. На их основании можно определять параметры ДГР под заданные характеристики проектируемого или реконструируемого ПРГ.

*№ 88-10  
от 26.03.2019*

Используя вышеуказанные математическую модель и зависимости автором была разработана методика определения оптимальных радиуса ротора объёмного детандера и частоты его вращения, обеспечивающих максимизацию утилизированной ДГР мощности за определенный период с учётом прогнозных данных о неравномерностях потребления природного газа потребителями.

С учётом вышесказанных особенностей и полученных результатов были разработаны и запатентованы два варианта устройств для реализации рассматриваемого способа редуцирования при помощи детандер-генераторных регуляторов объёмного типа (патент РФ 2620624, патент РФ 2662784).

В целом результаты, представленные в диссертации Белоусова А.Е., обладают научной новизной и практической ценностью для решения поставленной научной задачи.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертационной работе Белоусова А.Е., были обоснованы анализом достаточного количества современных материалов по теме диссертации, аналитическими и экспериментальными исследованиями. Их достоверность подтверждена наличием необходимых ссылок на использованные источники, а также использованием соответствующих методов математического анализа при сопоставлении результатов моделирования и опытов.

Первое защищаемое научное положение обосновано результатами математического моделирования и экспериментальных исследований процесса редуцирования в ДГР с их последующей обработкой и анализом эффективности, представленных во второй и третьей главах.

Второе защищаемое научное положение обосновано в четвертой главе при описании методики определения оптимальных параметров ДГР методом максимизации утилизируемой мощности и подтверждается результатами виртуального эксперимента по представленной ранее математической модели, адекватной эксперименту.

### **4. Замечания по диссертационной работе**

По тексту диссертации Белоусова А.Е. имеются следующие замечания:

1. В работе следовало бы уделить больше внимания устройствам и процессам, связанным с генерацией электроэнергии, так как они также должны учитываться при управлении и стабилизации параметров детандер-генераторного регулятора.

2. Во второй главе следовало бы представить больше графических материалов по результатам математического регулирования для различных случаев создания возмущающего воздействия.

3. При проведении экспериментов не был использован специализированный расходомер для прямого определения расхода газа, что повысило погрешность измерений.

