

*А.В. Белинский<sup>1</sup>; С.Н. Речинский<sup>1</sup>; О.И. Ребров<sup>1</sup>; И.В. Клейменов<sup>1</sup>, e-mail: I.Kleimenov@promgaz.gazprom.ru; Л.С. Клейменова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> АО «Газпром промгаз» (Москва, Россия).

## Технико-экономические аспекты технического перевооружения газораспределительных станций

Развитие инфраструктуры газотранспортных систем и внутреннего рынка газа является ключевой задачей газовой отрасли. При этом в настоящее время на территории Российской Федерации эксплуатируется большое количество газораспределительных станций с расходом газа, превышающим значение проектной производительности. По таким «закрытым» станциям газотранспортные общества в соответствии с требованиями законодательства в области промышленной безопасности вынуждены отказывать существующим потребителям в увеличении поставок газа, а новым – в подключении к газотранспортной системе, что сдерживает реализацию региональных социальных и коммерческих проектов и развитие внутреннего рынка газа. Снятие ограничений по поставке газа, как правило, становится возможным только после проведения сопряженной с большими капитальными вложениями и временными затратами реконструкции газораспределительной станции с увеличением проектной производительности. Однако есть альтернативный подход к увеличению пропускной способности газораспределительных станций, требующий значительно меньших временных и финансовых затрат. Он заключается в определении на основе результатов компьютерного моделирования технически возможной пропускной способности газораспределительной станции, выявлении «узких» мест (отдельных элементов оборудования, трубопроводной обвязки), ограничивающих технически возможную пропускную способность газораспределительной станции, и их устранении за счет малозатратного технического перевооружения. Это позволяет достаточно быстро и с минимальными объемами капитальных вложений увеличить производственную мощность газораспределительных станций и создать условия для интенсификации социально-экономического развития регионов России за счет расширения доступа потребителей к газовой инфраструктуре. В статье приведены основные положения, технико-экономические показатели и преимущества реализации технического перевооружения на примере конкретной действующей газораспределительной станции.

**Ключевые слова:** газораспределительная станция, технически возможная пропускная способность, техническое перевооружение, математическое моделирование.

.....

*A.V. Belinskiy<sup>1</sup>; S.N. Rechinskiy<sup>1</sup>; O.I. Rebrov<sup>1</sup>; I.V. Kleimenov<sup>1</sup>, e-mail: I.Kleimenov@promgaz.gazprom.ru; L.S. Kleimenova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Gazprom promgaz AO (Moscow, Russia).

## Technical and Economic Aspects of Technical Re-equipment of the Gas Distribution Stations

Development of the gas transportation systems infrastructure and the internal gas market is a key objective for the gas industry. At the same time, a large number of gas distribution stations with a gas flow rate exceeding design capacity is currently operated in the Russian Federation. Because of these «closed» stations, according to the requirements of the industrial safety legislation, the gas transportation companies are forced to refuse in increasing of gas supplies for existing gas consumers and in connecting to the gas transportation system for new ones. It restricts the implementation of regional social and commercial projects and the development of the internal gas market. As a rule, lifting of restrictions on the gas supply becomes possible only after carrying out the reconstruction of the gas distribution station with its design capacity increasing that is associated with large capital investments and time expenditure. However, there is an alternative approach to the gas distribution station throughput increasing, which requires considerably less time and financial expenses. It consists in determination of the technically possible throughput of the gas distribution station basing of the computer simulation results, in identification of weak points (separate components of equipment and piping manifold) limiting the technically possible throughput of the gas distribution station, and their elimination by capital saving technical re-equipment. It allows to increase the production capacity of the gas distribution system quite quickly

and with minimum investments and create conditions for the intensification of the social and economic development of regions of the Russian Federation by extension of the consumers' access to the gas infrastructure. Principle points, technical and economic performance, and the advantages of the technical re-equipment realization are presented in the article by an example of the concrete operating gas distribution station.

**Keywords:** gas distribution station, technically possible throughput, technical re-equipment, mathematical simulation.

Недопущение инфраструктурных ограничений роста экономики – одна из ключевых задач сегодняшнего дня, решению которой следует уделять самое пристальное внимание. Развитие инфраструктуры дает жизнь новым инвестиционным проектам, а доступ к ней населения способствует решению ряда социальных проблем.

Газовая отрасль занимает особое место в социально-экономическом развитии российских регионов. Практически все регионы считают развитие газификации своих территорий основой роста экономики, повышения социально-экономических условий жизнедеятельности. Однако многие регионы сталкиваются с проблемой достижения предельных нагрузок ранее построенными объектами газоснабжения, в связи с чем дополнительные поставки газа потребителям, в том числе подключение новых потребителей, становятся невозможными. Такие объекты газоснабжения подлежат реконструкции (расширению), что, как правило, требует значительных капитальных вложений и временных затрат.

В настоящее время особую актуальность приобретает поиск путей повышения эффективности использования существующих производственных мощностей систем газоснабжения. Это в первую очередь касается действующих газораспределительных станций (ГРС) – связующего звена между системами дальнего транспорта газа и региональными сетями газораспределения.

Один из путей повышения эффективности использования производственных мощностей ГРС – выявление резервов пропускной способности ГРС и задействование их в газоснабжении за счет

реализации малозатратных мероприятий по техническому перевооружению.

### **ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОБОСНОВАНИЮ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕООРУЖЕНИЯ**

Наиболее важной характеристикой производственной мощности эксплуатируемой ГРС является проектная производительность ( $Q_{пр}$ ). Она устанавливает значение максимально возможного объема подачи газа потребителям через ГРС за 1 ч при расчетных условиях, принятых при проектировании станции.

До настоящего времени в случае достижения фактической загрузки ГРС к уровню  $Q_{пр}$  при наличии потребности в увеличении поставок газа по таким объектам мог запускаться инвестиционный процесс реконструкции станции в целях увеличения ее производительности. В среднем срок проведения реконструкции ГРС от момента включения объекта в инвестиционную программу до сдачи в эксплуатацию составлял 3–5 лет.

На практике реконструкция ГРС фактически означает строительство новой станции, что требует значительных инвестиций как по объему проектирования, так и по фактически реализуемым работам. При этом всегда есть риски невыхода загрузки новых и реконструированных ГРС на уровни, обеспечивающие эффективность вложенных инвестиций, и, как следствие, снижения эффективности инвестиций вследствие невыполнения потребителями обязательств по приему заявленных объемов газа.

В то же время практика эксплуатации показала, что область допустимых режимов работы ГРС шире, чем это определено проектной документацией. Это

обусловлено различными причинами. В частности, пропускная способность ГРС напрямую зависит от параметров газа и газового потока на входе и выходе станции. Кроме того, при проектировании и строительстве ГРС ранее зачастую использовались типовое оборудование и технические решения, рассчитанные на бóльшую, чем значение номинальной производительности станции в целом, пропускную способность. Научно-исследовательские работы, проведенные АО «Газпром промгаз» совместно с ООО «Газпром трансгаз Москва» в рамках Программы НИОКР ПАО «Газпром» в 2014–2015 гг., позволили доказать, что технически возможная пропускная способность (ТВПС) ГРС может быть существенно выше номинального значения  $Q_{пр}$ . Под ТВПС ГРС понимается максимальное возможное количество газа, которое можно подать через ГРС с учетом ее фактического технического состояния и сложившихся технологических режимов работы, без нарушений технологических ограничений, при условии наличия технической возможности подводящих газопроводов по увеличению подачи газа на ГРС.

Методология базируется:

- на применении принципов системного анализа при рассмотрении каждой ГРС, т. е. каждая ГРС рассматривается как структурно сложная техническая система, состоящая из элементов, обладающих индивидуальными особенностями и взаимодействующих друг с другом;
- математическом моделировании и проведении многовариантных технологических (гидравлических и тепловых) расчетов режимов работы ГРС;
- оценке технических рисков эксплуатации ГРС с превышением  $Q_{пр}$  и разра-

Ссылка для цитирования (for citation):

Белинский А.В., Речинский С.Н., Ребров О.И., Клейменов И.В., Клейменова Л.С. Технико-экономические аспекты технического перевооружения газораспределительных станций // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2017. № 10. С. 24–31.

Belinskii A.V., Rechinskii S.N., Rebrov O.I., Kleimenov I.V., Kleimenova L.S. Technical and Economic Aspects of Technical Re-equipment of the Gas Distribution Stations (In Russ.). Territorija «NEFTEGAS» = Oil and Gas Territory, 2017, No. 10, P. 24–31.

ботке организационных мероприятий, обеспечивающих требуемый уровень промышленной безопасности ГРС.

Выявленные резервы пропускной способности позволяют:

- подключить новых потребителей к системе газоснабжения без проведения дорогостоящей реконструкции ГРС, которая к тому же занимает длительное время;
- перенести проведение полномасштабной реконструкции ГРС на более поздние периоды;
- увеличить объемы реализации газа и загрузку производственных мощностей ПАО «Газпром», т. е. повысить эффективность их использования.

В случаях, когда ТВПС ГРС недостаточно для полного удовлетворения спроса на газ, методология позволяет выявить локальные «узкие» места для конкретной станции, ограничивающие возможность дополнительной поставки газа потребителю. Под «узким» местом понимается любой узел ГРС или элемент трубопроводной обвязки, пропускная способность которого ограничивает ТВПС станции. Как правило, к таким элементам относятся:

- узлы замера, подогреватель газа, фильтры, узлы редуцирования, пропускная способность которых ограничена особенностями оборудования;
- отдельные элементы трубопроводов ГРС, пропускная способность которых ограничена конструкцией элементов (в основном диаметром труб), а также максимально допустимой скоростью потока газа, запорно-регулирующая арматура (ЗРА).

Устранение «узких» мест может существенно повысить пропускную способность станции в целом.

В развитие работ по анализу ТВПС ГРС был предложен методический подход к определению малозатратных мероприятий по увеличению производительности станций. Он базируется на разработке мероприятий, позволяющих задействовать резервы производственных мощностей ГРС в газоснабжении потребителей при минимальном объеме инвестиций. Научно-методические основы и пример апробации подхода приведены в [1, 2]. Основная идея предлагаемого подхода заключается в выявлении «узких» мест

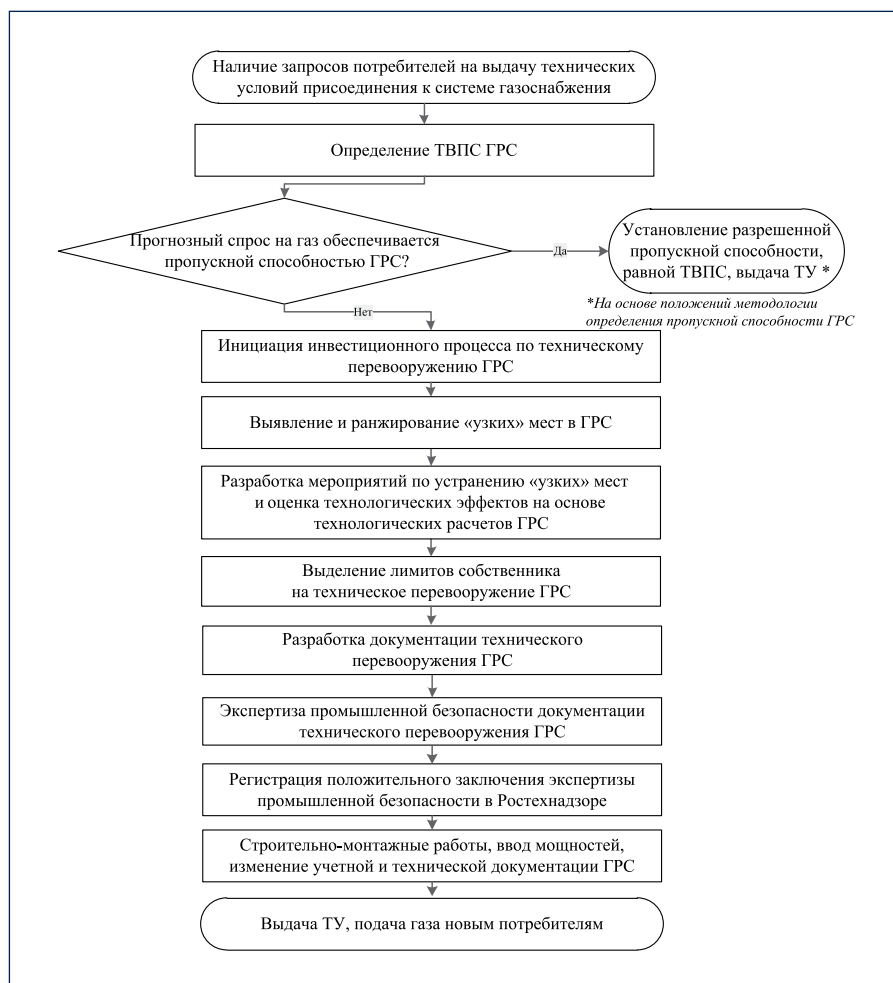


Рис. 1. Основные этапы малозатратного технического перевооружения газораспределительной станции

Fig. 1. Main stages of capital saving technical re-equipment of gas distribution stations

в ГРС на основе результатов технологических расчетов ТВПС, разработке технических решений по устранению этих «узких» мест и выполнении мероприятий по замене отдельных элементов в целях увеличения производительности станции в целом в рамках малозатратного технического перевооружения. Реализация таких мероприятий позволяет быстро обеспечить прирост производственных мощностей ГРС при значительно меньших капитальных вложениях по сравнению с реконструкцией.

Основные этапы работ по малозатратному техническому перевооружению ГРС представлены в блок-схеме на рис. 1. В качестве основных преимуществ технического перевооружения отметим следующие (согласно [1–3]):

- техническое перевооружение выполняется на конкретном действующем

объекте (ГРС), в отношении которого ранее было получено разрешение на строительство, пройдены все необходимые экспертизы, осуществляется контроль деятельности надзорными органами в установленном порядке;

- техническое перевооружение отличается от реконструкции объемом выполняемых строительно-монтажных работ, который, как правило, не должен превышать 15 %, а капитальные вложения – 25 % первоначальных капитальных вложений в сопоставимых ценах;
- при техническом перевооружении обеспечивается максимальное сокращение объема строительных работ, упрощение процесса их оформления, активное применение прогрессивного технологического оборудования;
- обеспечивается упрощение и ускорение процедур подготовки документации

(ст. 8 [4]) и реализации технических мероприятий;

- средства, выделяемые на техническое перевооружение, окупаются в несколько раз быстрее.

Для иллюстрации экономической эффективности предлагаемого подхода рассмотрим результаты технико-экономических расчетов на примере реальной ГРС.

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРЕВООРУЖЕНИЮ ГРС**

Рассматриваемая ГРС введена в эксплуатацию в 2003 г. Тип ГРС – «Энергия-3»,  $Q_{пр} = 1$  тыс. м<sup>3</sup>/ч, проектное выходное давление – 0,6 МПа. Все узлы и системы ГРС находятся в работоспособном состоянии.

Фактически достигнутый пиковый расход газа более чем в 4,5 раза превышает проектную (номинальную) производительность (4,6 тыс. м<sup>3</sup>/ч). Технологическая схема ГРС представлена на рис. 2. Результаты анализа расходных характеристик оборудования ГРС показали, что оно в целом позволяет обеспечить расход газа на уровне 5,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч и ограничивается пропускной способностью узла замера расхода газа. Выявленный резерв оборудования ГРС составляет около 4 тыс. м<sup>3</sup>/ч и теоретически может быть задействован для покрытия пикового расхода газа. Вместе с тем эта оценка выполнена без учета ограничений по технологически допустимым режимам работы трубопроводной обвязки ГРС (согласно отраслевому нормативу [5] скорость газа в ней не должна превышать 25 м/с). Учет этих ограничений требует проведения ряда технологических расчетов – компьютерного моделирования режимов работы ГРС на специально подготовленной расчетной модели ГРС.

Цель дальнейших расчетов заключалась в определении значения ТВПС ГРС при фактически сложившихся значениях давления газа на входе и выходе станции и заданных технологических ограничениях.

На основе детального анализа технологических параметров оборудования и трубопроводов была сформирована

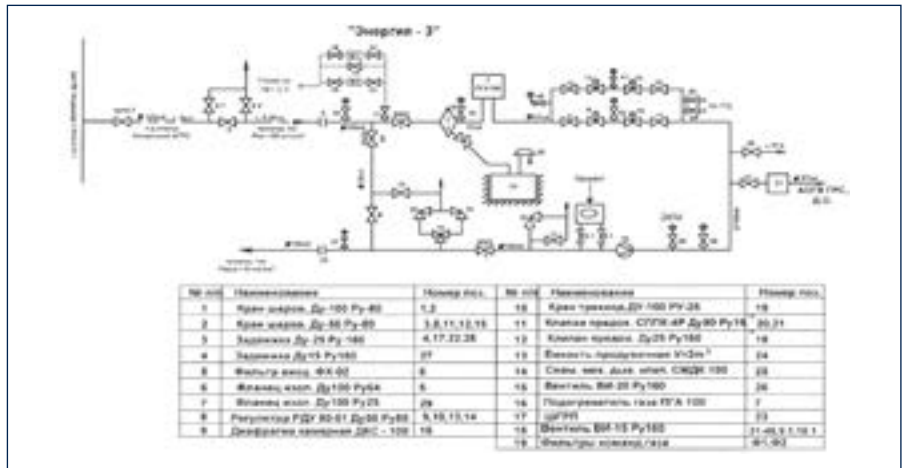


Рис. 2. Технологическая схема газораспределительной станции  
Fig. 2. Technological scheme of gas distribution station

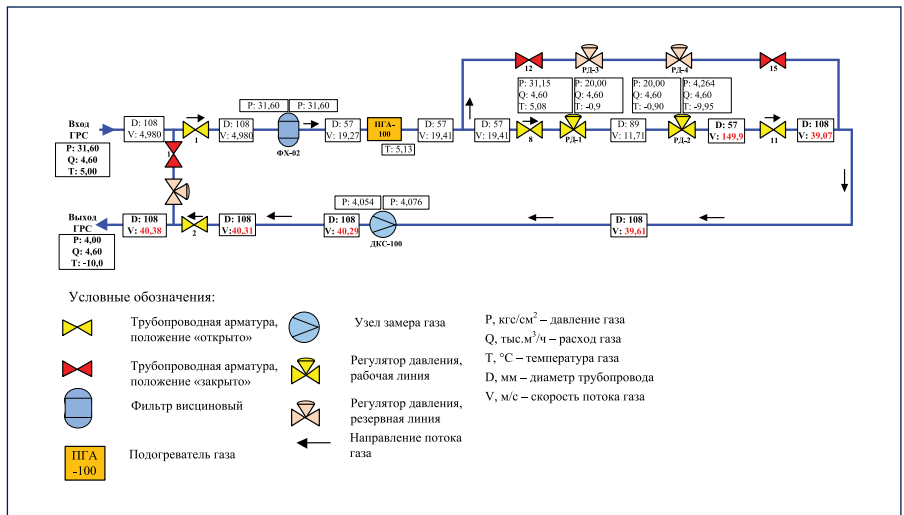


Рис. 3. Схема с результатами расчета фактического режима  
Fig. 3. Calculation scheme of the actual mode

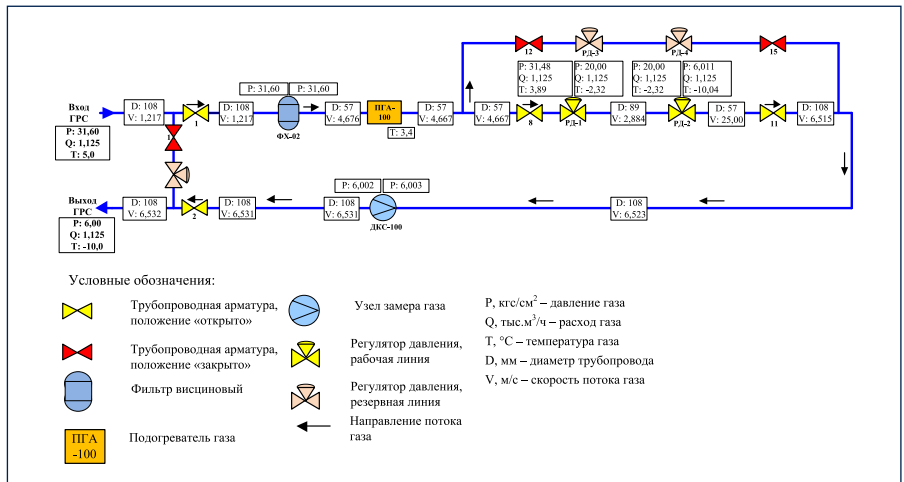


Рис. 4. Схема с результатами расчета технической возможной пропускной способности ГРС на основе данных фактического режима  
Fig. 4. Calculation scheme of technically possible throughput of gas distribution station based on the actual mode data

# ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СТАНЦИИ И СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Таблица 1. Мероприятия по малозатратному техническому перевооружению для увеличения технически возможной пропускной способности газораспределительной станции

Table 1. Measures of capital saving technical re-equipment for increase of technically possible throughput (TPT) of the gas distribution station (GDS)

ТВПС ГРС, тыс. м <sup>3</sup> /ч TPT of the GDS, thousand m <sup>3</sup> /h	Объект ТПО ГРС, ограничивающий значение ТВПС Piping manifold object (PMO) of GDS, limiting the TPT	Мероприятия Measures	Суммарная длина участков ТПО, м Total length of the PMO sections, m	ЗРА, ед. Shut-off and control valve, units	Проектные данные Project data	Целевые показатели Performance target	Примечание Note
1,125	–	–	–	–	–	–	Значение ТВПС при существующей схеме The TPT value with the existing scheme
4,3	Участки ТПО: РД-2 – кран № 11; РД-1 – кран № 15 The PMO sections: RD-2 – tap No. 11; RD-1 – tap No. 15	Замена с увеличением диаметра Replacement with increase of diameter	0,8		Ду 50 DN 50	Ду 100 DN 100	Замена кранов № 11 и 15 не является обязательным условием достижения требуемого ТВПС, рекомендуется для обеспечения технологичности Replacement of taps No. 11 and 15 is not a mandatory requirement for achieving the required TPT, it is recommended to ensure production effectiveness
	Участок ТПО обводной линии: крана № 4 – выходной коллектор The PMO section of bypass: tap No. 4 – exhaust header		3,5		Ду 40 DN 40	Ду 80 DN 80	
	Краны № 11 и 15 Taps No. 11 and 15			2	Ду 50 DN 50	Ду 100 DN 100	
4,6	Участки ТПО: РД-2 – кран № 11; РД-1 – кран № 15 The PMO sections: RD-2 – tap No. 11; RD-1 – tap No. 15	Замена с увеличением диаметра Replacement with increase of diameter	0,8		Ду 50 DN 50	Ду 100 DN 100	Мероприятия также позволяют увеличить ТВПС ГРС до 5 тыс. м <sup>3</sup> /ч (до уровня пропускной способности установленного оборудования) Measures also allow to increase the TPT of the GDS up to 5 thousand m <sup>3</sup> /h (to the level of throughput of installed equipment)
	Участок ТПО: РД-1 (РД-2) – выход ГРС The PMO section: RD-1 (RD-2) – the GDS exit point		24		Ду 50 DN 50	Ду 125 DN 125	
	Участок ТПО обводной линии: крана № 4 – выходной коллектор The PMO section of bypass: tap No. 4 – exhaust header		3,5		Ду 40 DN 40	Ду 80 DN 80	
	Краны № 11 и 15 Taps No. 11 and 15			2	Ду 50 DN 50	Ду 125 DN 125	
	Регулирующий кран № 4 Control cock No. 4			1	Ду 40 DN 40	Ду 80 DN 80	
	Кран № 2 Tap No. 2			1	Ду 100 DN 100	Ду 125 DN 125	

математическая расчетная модель ГРС. Граничные условия в расчете приняты согласно технологическому режиму работы системы газоснабжения, который соответствует ее максимальной загрузке:

- давление газа на входе ГРС ( $P_{вх}$ ): 3,16 МПа;

- уставка для регуляторов давления газа: 0,6 МПа;
- температура газа на входе ГРС  $T_{вх}$ : 5 °С;
- температура окружающей среды  $T_{окр. ср.}$ : –5,0 °С.

Проведены необходимые процедуры по параметризации и адаптации расчет-

ной модели. На рис. 3 и 4 представлены расчетная схема, отвечающая фактическому режиму работы ГРС, и результаты технологических (гидравлических и тепловых) расчетов ее ТВПС при фактических значениях режима эксплуатации. Результаты моделирования показывают, несмотря на наличие ре-

Таблица 1. Мероприятия по малозатратному техническому перевооружению для увеличения технически возможной пропускной способности газораспределительной станции

Table 1. Measures of capital saving technical re-equipment for increase of technically possible throughput (TPT) of the gas distribution station (GDS)

5,9	Участки ТПО: РД-2 – кран № 11; РД-1 – кран № 15 The PMO sections: RD-2 – tap No. 11; RD-1 – tap No. 15	Замена с увеличением диаметра Replacement with increase of diameter	0,8		Ду 50 DN 50	Ду 125 DN 125	Замена ДКС-100 на узел учета газа с диапазоном измерения, способным корректно производить замеры коммерческого расхода газа свыше 5 тыс. м <sup>3</sup> /ч Replacement of DKS-100 by the gas metering unit with measuring range capable of correctly measuring the commercial gas consumption more than 5 thousand m <sup>3</sup> /h
	Участок ТПО: РД-1 (РД-2) – выход ГРС The PMO section: RD-1 (RD-2) – the GDS exit point		24		Ду 50 DN 50	Ду 125 DN 125	
	Участок ТПО обводной линии: крана № 4 – выходной коллектор The PMO section of bypass: tap No. 4 – exhaust header		3,5		Ду 40 DN 40	Ду 80 DN 80	
	Краны № 11 и 15 Taps No. 11 and 15			2	Ду 50 DN 50	Ду 125 DN 125	
	Кран № 2 Tap No. 2			1	Ду 100 DN 100	Ду 125 DN 125	
	Регулирующий кран № 4 Control cock No. 4			1	Ду 40 DN 40	Ду 80 DN 80	
	Диафрагма камерная ДКС-100 Chamber orifice DKS-100			1	ДКС-100 DKS-100	Узел учета газа >5 тыс. м <sup>3</sup> /ч Gas metering unit, >5 thousand m <sup>3</sup> /h	

зервов оборудования (~4 тыс. м<sup>3</sup>/ч), ТВПС станции составляет 1,125 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Основными «узкими» местами являются участки трубопроводной обвязки (ТПО), диаметр которых недостаточен для обеспечения расхода газа, соответствующего возможностям установленного оборудования станции и ограничениям на скорость потока. При фактически достигнутом расходе газа (4,6 тыс. м<sup>3</sup>/ч) скорость газа в отдельных участках ТПО значительно превышает нормативные ограничения, достигая 149 м/с (после регулятора давления РД-2).

Задействование части резерва пропускной способности оборудования ГРС и увеличение ТВПС ГРС возможно при условии выполнения работ по замене участков трубопроводов ГРС. Для выявления этих участков была проведена серия обосновывающих технологических расчетов. Определены необходимые

мероприятия для увеличения ТПВС ГРС до значений, соответственно:

- 4,3 тыс. м<sup>3</sup>/ч;
- 4,6 тыс. м<sup>3</sup>/ч (фактически достигнутый расход);
- 5 тыс. м<sup>3</sup>/ч (общая пропускная способность оборудования ГРС);
- 5,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч (еще дополнительно ~1 тыс. м<sup>3</sup>/ч сверх достигнутого расхода).

По результатам проведенных расчетов для обеспечения возможности использования резервов пропускной способности установленного оборудования и увеличения ТВПС ГРС при фактическом режиме эксплуатации ( $P_{вх} = 3,16$  МПа,  $P_{вых} = 0,6$  МПа) и соблюдении необходимых технологических ограничений определены мероприятия по малозатратному техническому перевооружению. Для увеличения ТВПС ГРС потребуется выполнение мероприятий в следующих объемах (табл. 1):

- для увеличения ТВПС до 4,3 тыс. м<sup>3</sup>/ч – замена 4,3 м участков трубопроводов и 2 ед. ЗРА;
  - для увеличения ТВПС до 4,6÷5,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч – замена 28,3 м участков трубопроводов и 3 ед. ЗРА;
  - для увеличения ТВПС до 5,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч – замена 28,3 м участков трубопроводов, 4 ед. ЗРА и узла замера.
- Увеличение ТВПС ГРС свыше 5,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч потребует большего объема работ по замене участков трубопроводов, а также части оборудования станции и подводящего газопровода-отвода.

### ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ПЕРЕОБОРУЖЕНИЮ ГРС

Затраты на выполнение «классической» реконструкции ГРС с увеличением пропускной способности с 1 до 5 тыс. м<sup>3</sup>/ч для оценки экономической эффективности принимаются за 100 %.

Таблица 2. Сравнение показателей экономической эффективности малозатратного технического перевооружения ГРС

Table 2. Comparison of the economic efficiency indicators of capital saving technical re-equipment of the gas distribution systems

Показатель Indicator	1-й сценарий – малозатратное техническое перевооружение ГРС 1 <sup>st</sup> scenario: capital saving technical re-equipment of the gas distribution system	2-й сценарий – «классическая» реконструкция ГРС 2 <sup>nd</sup> scenario: «classic» reconstruction of the gas distribution system
ЧДД, тыс. руб. Net present value, thousand Roubles	Положительный Positive	Отрицательный Negative
ВНД, % Internal rate of return, %	Существенно превышает 12 % Significantly exceeds 12 %	Отсутствует Absent
ИД Profitability index	Существенно больше 1 Significantly more than 1	0,23
ДСО, лет Discounted payback period, years	1	Более 15 More than 15

При этом затраты на реализацию указанных решений по малозатратному техническому перевооружению ГРС оцениваются в следующем объеме:

- для увеличения ТВПС до 4,3 тыс. м<sup>3</sup>/ч ~0,05 %;
- для увеличения ТВПС до 4,6÷5,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч ~0,2 %;
- для увеличения ТВПС до 5,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч – 1,4 %.

Таким образом, затраты на выполнение мероприятий по устранению «узких» мест для увеличения пропускной способности рассматриваемой ГРС примерно в 300–400 раз ниже, чем затраты на реконструкцию этой ГРС для достижения той же производительности.

Для определения экономической эффективности инвестиций в комплекс работ по малозатратному техническому перевооружению ГРС был проведен анализ основных расчетных критериев оценки экономической эффективности. Основными критериями оценки экономической эффективности ИП, как правило, являются чистый дисконтированный доход (ЧДД), внутренняя норма доходности (ВНД), индекс доходности (ИД), дисконтированный срок окупаемости (ДСО). При этом для эффективного проекта должны обеспечиваться следующие условия: ЧДД > 0; ВНД > 12 %; ИД > 1; ДСО минимален.

Расчеты выполнялись по утвержденной Методике [6], согласно которой оценка инвестиционных проектов осуществляется путем сравнения капитальных вложений в осуществление проектов строительства или реконструкции с денежным потоком, образующимся в результате реализации проекта. Оценка

экономической эффективности инвестиционных проектов расширения и реконструкции проводится по разностному чистому денежному потоку, образуемому как разница между потоками «с проектом» и «без проекта».

Для детального анализа было проведено попарное сравнение показателей экономической эффективности по двум сценариям расчета.

Первый сценарий представляет собой сравнение вариантов «с проектом» и «без проекта», где в качестве варианта «с проектом» выступает малозатратное техническое перевооружение, а в качестве варианта «без проекта» – отсутствие технического перевооружения. При этом для варианта «без проекта» объем реализации газа должен рассчитываться исходя из существующей пропускной способности ГРС. Для варианта «с проектом» объем реализации газа рассчитывается исходя из новой пропускной способности 4,6–5,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Само техническое перевооружение и соответствующие капитальные вложения осуществляются в два этапа.

Второй сценарий расчета также представляет собой сравнение вариантов, где вариант «без проекта» совпадает с аналогичным в первом сценарии, а вариант «с проектом» представляет собой «классическую» реконструкцию для обеспечения такой же пропускной способности 4,6–5,0 тыс. м<sup>3</sup>/ч.

Следует отметить, что помимо разницы в капитальных вложениях в обоих вариантах «с проектом» эксплуатационные затраты также будут различны, что связано с дополнительными отчислениями

на капитальный ремонт по достроенному объекту и прочими материальными затратами (газ на собственные технологические нужды, электроэнергия и т. д.). При выполнении расчетов исходя из указанных выше капитальных вложений и перспективных объемов потребления были получены показатели экономической эффективности, представленные в табл. 2.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все основные показатели эффективности указывают на эффективность проекта малозатратного технического перевооружения, в то время как аналогичные показатели для «классической» реконструкции свидетельствуют о том, что проект неэффективен.

Необходимо отметить, что в рамках малозатратного технического перевооружения невозможно решить все задачи, которые обычно решаются при полной реконструкции ГРС. В ряде случаев общее старение ГРС, ухудшение технического состояния оборудования и ТПО, рост числа дефектов и другие факторы, а также их совокупное влияние могут обусловить экономическую целесообразность реконструкции станции в целом, а не отдельных ее элементов. Однако во многих случаях применение предложенного подхода по малозатратному техническому перевооружению ГРС позволяет быстро и с минимальными объемами капитальных вложений увеличить поставки газа потребителям, а также создать условия для реализации инвестиционных и социально ориентированных региональных проектов [1].

## Литература:

1. Михаленко В.А., Белинский А.В., Варламов Н.В. и др. Научно-методические основы концепции малозатратной реконструкции и технического перевооружения газораспределительных станций ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2016. № 9. С. 72–81.
2. Белинский А.В., Ребров О.И. Разработка и апробация методического подхода к обоснованию мероприятий по малозатратному техническому перевооружению газораспределительных станций // Территория «НЕФТЕГАЗ». 2016. № 12. С. 54–61.
3. Слуцкий В.А., Константинова Ф.С., Ханицкая Г.Я., Капаев А.А. Нормативно-технические аспекты состава документации на техническое перевооружение // Безопасность труда в промышленности. 2016. № 2. С. 54–57.
4. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (принят Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации 20.06.1997) [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_15234](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_15234) (дата обращения: 23.10.2017).
5. СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://znaytovar.ru/gost/2/STO\\_Gazprom\\_2350512006\\_Normy\\_t.html](https://znaytovar.ru/gost/2/STO_Gazprom_2350512006_Normy_t.html) (дата обращения 23.10.2017).
6. Методика оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в форме капитальных вложений (утв. ОАО «Газпром» 09.09.2009 № 01/07-99).

## References:

1. Mikhailenko V.A., Belinskiy A.V., Varlamov N.V., Rechinskiy S.N., Babakov A.V., Verbilo A.S. Scientific and Methodological Base of Gazprom PJSC Gas Distribution Station Low-cost Reconstruction and Technical Re-equipment Concept. *Gazovaya promyshlennost = Gas Industry*, 2016, No. 9, P. 72–81. (In Russian)
2. Belinskiy A.V., Rebrov O.I. Development and Approbation of a Methodological Approach to the Justification of Measures of Low-Cost Technical Modernization of Gas Distribution Stations. *Territorija «NEFTEGAS» = Oil and Gas Territory*, 2016, No. 12, P. 54–61. (In Russian)
3. Slutskiy V.A., Konstantinova F.S., Khanitskaya G.Ya., Kapaev A.A. Normative Technical Aspects of Documentation Scope for Technical Re-Equipment. *Bezopasnost truda v promyshlennosti = Occupational Safety in Industry*, 2016, No. 2, P. 54–57. (In Russian)
4. Federal Law of July 21, 1997 No. 116-FZ "On Industrial Safety of Hazardous Production Facilities" (approved by the State Duma of the Federal Assembly of the Russian Federation on June 20, 1997) [Electronic source]. Access mode: [www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_15234](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_15234) (Access date: October 23, 2017). (In Russian)
5. STO Gazprom 2-3.5-051-2006. Norms of Technological Design of Main Gas Pipelines. [Electronic source]. Access mode: [https://znaytovar.ru/gost/2/STO\\_Gazprom\\_2350512006\\_Normy\\_t.html](https://znaytovar.ru/gost/2/STO_Gazprom_2350512006_Normy_t.html) (Access date: October 23, 2017). (In Russian)
6. Assessment Methodology of Economic Efficiency of Investment Projects in the Form of Capital Investments (approved by OJSC Gazprom, September 9, 2009 No. 01/07-99). (In Russian)

## СТАЛЬНЫХ ТРУБ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ

ВНУТРЕННЯЯ И НАРУЖНАЯ ИЗОЛЯЦИЯ



### ООО «ЮКОРТ» ОКАЗЫВАЕТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ УСЛУГ:

- нанесение наружного двух-, трехслойного антикоррозионного покрытия на основе экструдированного полиэтилена на трубы диаметром 89–720 мм;
- нанесение внутреннего антикоррозионного покрытия на основе высоковязких материалов на трубы диаметром 114–720 мм;
- нанесение внутреннего и наружного антикоррозионного покрытия на основе порошковых эпоксидных композиций на СДТ приварные диаметром 57–219 мм;
- нанесение наружного антикоррозионного покрытия на основе эпоксидных и полиуретановых композиций на запорную арматуру и СДТ диаметром до 1420 мм;
- изготовление кривых холодного гнутья диаметром 108–530 мм с наружным и/или внутренним антикоррозионным покрытием и без покрытия;
- изготовление гнутых отводов с нагревом ТВЧ диаметром 89–426 мм;
- изготовление и антикоррозионная изоляция стальных свай, погружаемых в грунт, а также укрупненных сварных изделий и крановых узлов.

Продукция ООО «ЮКОРТ» сертифицирована в системе добровольной сертификации ГОСТ Р. Система менеджмента качества ООО «ЮКОРТ» соответствует требованиям стандарта ISO 9001.

