

УДК 622.691.4.054

А.В. Белинский¹, e-mail: A.Belinsky@promgaz.gazprom.ru; **О.И. Ребров¹**, e-mail: O.Rebrov@promgaz.gazprom.ru

¹ АО «Газпром промгаз» (Москва, Россия).

Разработка и апробация методического подхода к обоснованию мероприятий по малозатратному техническому перевооружению газораспределительных станций

Многие регионы сталкиваются с проблемой достижения действующими региональными объектами газоснабжения своих предельных нагрузок, в связи с чем становится невозможным осуществить дополнительные поставки газа потребителям. Такие объекты газоснабжения подлежат реконструкции (расширению), что, как правило, требует значительных капитальных вложений и временных затрат. Указанные проблемы наиболее характерны для газораспределительных станций (ГРС) – ключевого и одного из наиболее сложных звеньев системы газоснабжения. В статье представлен методический подход к обоснованию мероприятий по малозатратному техническому перевооружению ГРС в целях увеличения поставок газа потребителям. Данный подход можно рассматривать как альтернативу реконструкции ГРС на краткосрочную и среднесрочную перспективу. По сравнению с классической реконструкцией он требует значительно меньших финансовых и временных затрат на реализацию, а его применение в ряде случаев позволяет отказаться от полномасштабной реконструкции за счет выявления имеющихся резервов пропускной способности ГРС и задействования их в газоснабжении путем частичного малозатратного переустройства станций. Основная идея предлагаемого подхода заключается в выявлении «узких» мест в ГРС на основе результатов технологических расчетов пропускной способности, разработке технических решений по устранению этих «узких» мест и выполнении мероприятий по замене отдельных элементов ГРС в целях увеличения производительности станции в целом. Это позволяет достаточно быстро нарастить производственную мощность ГРС, при этом затраты на реализацию необходимых мероприятий в несколько раз ниже по сравнению со стоимостью реконструкции станции. В статье приведены основные положения методического подхода, которые наглядно иллюстрируются конкретным примером.

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

.....

A.V. Belinskiy¹, e-mail: A.Belinsky@promgaz.gazprom.ru; **O.I. Rebrov¹**, e-mail: O.Rebrov@promgaz.gazprom.ru

¹ Gazprom Promgaz JSC (Moscow, Russia).

Development And Approbation Of A Methodological Approach To The Justification Of Measures Of Low-Cost Technical Modernization Of Gas Distribution Stations

Many regions face with the problem of reaching load limits by operational local gas supply facilities, thus it becomes impossible to perform additional gas supplies to consumers. Such gas supply facilities have to be under a reconstruction (extension), this generally requires significant capital investment and time costs. The pointed problems are most typical for gas distribution stations (GDS), GDS is a key and one of the most complicated element of the gas supply system. The article presents a methodical approach to the justification of measures of low-cost technical re-equipment of gas distribution stations in order to increase gas supplies to consumers. The presented approach can be considered as an alternative way of the GDS reconstruction in the short and medium term. In comparison to a classical reconstruction it requires significantly lower financial and time costs of implementation, its usage allows to refuse to a full-scale reconstruction by identifying the available reserves of the throughput GDS capacity and to engage them in the gas supply by partial low-cost reconstruction of the stations. The main idea of the suggested approach is to identify “bottlenecks” in GDS basing on the results of technological calculations of its throughput capacity, on the development of technical solutions to eliminate these «bottlenecks» and the implementation of measures for the replacement of individual

elements of GDS to increase the performance of the entire gas facility. This allows you to increase quickly the production capacity of GRS, meanwhile the expenses of the implementing of necessary measures are in several times as compared to the cost of the station reconstruction. The article describes the main provisions of the methodical approach, this is clearly illustrated by a specific example.

Keywords: gas distribution station, technically possible throughput capacity, technical modernization, mathematical modeling.

Газовая отрасль занимает особое место в социально-экономическом развитии российских регионов. Практически все регионы считают развитие газификации своих территорий основой перспективного роста. Однако развитие газификации некоторых территорий регионов порой становится невозможным ввиду достижения рядом объектов региональных газотранспортных систем своих проектных показателей. Как правило, это характерно для газораспределительных станций (ГРС), достигших своих проектных показателей пропускной способности.

Решение возникших проблем требует проведения реконструкции этих объектов для повышения их пропускной способности. Реконструкция ГРС – весьма продолжительный и затратный инвестиционный процесс. При этом многие такие инвестиционные проекты зачастую не обеспечивают требуемых норм доходности и малопривлекательны для инвестиций. В статье рассмотрен подход к решению данной проблемы путем обоснования возможности проведения малозатратного технического перевооружения ГРС, реализация которого:

- создает возможность дополнительных поставок газа в регионы для новых и существующих потребителей, тем самым обеспечивая условия для дальнейшего социально-экономического развития регионов России;
- требует значительно меньших капитальных вложений и временных затрат. Предлагаемый методический подход базируется на выявлении резервов пропускной способности ГРС и разработке мероприятий, реализация которых позволит обеспечить дополнительные поставки газа потребителям от этой ГРС.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Наиболее важной характеристикой производственной мощности ГРС является ее проектная производительность ($Q_{пр}$). Она устанавливает значение максимально возможного объема поставки газа потребителям через ГРС за один час при расчетных условиях, принятых при проектировании станции. В случае если фактическая загрузка станции приближается к проектной (или кратковременно превышает ее), газотранспортное общество вынуждено отказывать потребителям в выдаче разрешений на техническое присоединение к системе газораспределения от рассматриваемой ГРС.

До настоящего времени в случае достижения фактической загрузки ГРС уровня проектной производительности $Q_{пр}$ по таким объектам запускался длительный и затратный инвестиционный процесс реконструкции станции. При этом на практике такая реконструкция зачастую означала строительство новой ГРС. Риски и проблемы привлечения инвестиций в такие объекты очевидны и связаны с тем, что регионы и потребители подчас не выполняют свои обязательства по приему заявленных объемов газа. Это приводит к низкому уровню загрузки новых и реконструированных ГРС, снижению эффективности вложенных инвестиций, финансовым потерям инвесторов.

Предлагаемый подход к повышению эффективности развития производственных мощностей ГРС базируется на результатах совместных исследований, проведенных специалистами АО «Газпром промгаз» и ООО «Газпром трансгаз Москва» в рамках Программы

НИОКР ПАО «Газпром» в 2014–2015 гг. Результаты исследования [1] показали, что технически возможная пропускная способность (ТВПС) ГРС может быть существенно выше значения $Q_{пр}$, зафиксированного в проектной документации. Под ТВПС ГРС понимается максимально возможное количество газа, которое можно поставить в сеть газораспределения через ГРС с учетом фактического технического состояния станции и сложившихся режимов работы без нарушений технологических ограничений при условии наличия технической возможности подводящих газопроводов по увеличению подачи газа на ГРС.

Предложенный методический подход базируется:

- на применении принципов системного анализа при рассмотрении каждой ГРС как структурно сложной технической системы, состоящей из элементов, обладающих индивидуальными особенностями и взаимодействующих друг с другом;
- математическом моделировании и проведении многовариантных технологических (гидравлических и тепловых) расчетов ГРС;
- оценке технических рисков эксплуатации ГРС с превышением проектной производительности;
- разработке организационных мероприятий, обеспечивающих требуемый уровень промышленной безопасности ГРС.

Алгоритм определения ТВПС ГРС приведен на рис. 1.

Апробация методологии на пяти «пилотных» ГРС ООО «Газпром трансгаз Москва» показала, что в большинстве случаев ТВПС значительно превышает

Ссылка для цитирования (for citation):

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.

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 (In Russ.). Territorija «NEFTEGAZ» = Oil and Gas Territory, 2016, No. 12, P. 54–61.



Рис. 1. Алгоритм определения технической возможной пропускной способности газораспределительных станций

Fig. 1. The algorithm for determining the technically feasible throughput capacity of gas distribution stations

значение проектной производительности, зафиксированной в документации для рассмотренных ГРС [1]. Эффект от внедрения методического подхода очевиден, так как использование выявленных резервов создает условия:

- для подключения новых потребителей к системе газораспределения без проведения дорогостоящей, длительной по времени и, как правило, экономически не эффективной реконструкции ГРС;
- переноса сроков реконструкции ГРС на более поздние периоды;
- увеличения объемов реализации газа на внутреннем рынке, увеличения загрузки производственных мощностей. Однако в ряде случаев определенной ТВПС ГРС недостаточно для полного удовлетворения спроса на газ новых потребителей. В таких случаях методический подход рекомендует выявить локальные «узкие» места ГРС, ограничивающие возможность дополнительной поставки газа потребителям. Под «узким» местом ГРС понимается часть

технологической схемы ГРС (узел, устройство, участок трубопровода), технические характеристики или техническое состояние которой ограничивают пропускную способность станции. Устранение «узких» мест можно обеспечить путем частичного переустройства ГРС, что позволяет существенно повысить пропускную способность станции в целом. Результаты анализа ГРС, работающих с повышенными уровнями загрузки, показали, что основными «узкими» местами, как правило, являются:

- узлы замера, подогреватель газа, фильтры, узлы редуцирования, чья пропускная способность ограничена особенностями оборудования;
- отдельные элементы трубопроводной обвязки (ТПО), пропускная способность которых ограничена конструкцией элементов (в основном диаметром труб, так как их небольшая протяженность оказывает незначительное влияние на пропускную способность), а также

максимально допустимой скоростью потока газа согласно отраслевому стандарту [2].

Отметим, что необходимость ограничивать скорость газа в обвязке ГРС на уровне не более 25 м/с является одним из ключевых факторов, ограничивающих возможности увеличения ТВПС ГРС. Обоснование возможности увеличения этого показателя – еще один весьма перспективный способ значительно повысить ТВПС ГРС без проведения реконструкции.

Данный тезис подтверждается следующим примером, основанным на результатах гидравлических расчетов одной ГРС в Брянской области. Зафиксированное в документации проектное значение производительности этой ГРС составляет 8,0 тыс. м³/ч. При ограничении скорости потока газа не более 25 м/с расчетное значение ТВПС оценивается в 12,7 тыс. м³/ч и лимитируется пропускной способностью газопровода после узла редуцирования.

При повышении значения нормативного ограничения скорости с 25 до, к примеру, 35 м/с ТВПС станции составит 17,9 тыс. м³/ч. При этом «узким» местом ГРС будет выступать уже не элемент ТПО, а узел замера расхода газа. Однако увеличение предельного значения скорости потока газа в ТПО ГРС без ущерба для безопасности эксплуатации требует проведения отдельных исследований. Пока же увеличение ТВПС ГРС связано с реализацией технических мероприятий по устранению тех или иных «узких» мест.

В рамках разработки рассматриваемого методического подхода возможные «узкие» места классифицированы с точки зрения возможности увеличения ТВПС путем проведения малозатратных мероприятий. Классификация включает группы наиболее часто встречающихся типовых случаев компоновки эксплуатируемых станций:

- группа 1 – ТВПС ГРС ограничивает уровень выходного давления (увеличение выходного давления путем перенастройки и частичной замены элементов регулирующей арматуры, предохранительной арматуры, датчиков давления приводит к росту ТВПС станции при условии готовности распределительных

сетей к работе с требуемым уровнем давления газа);

- группа 2 – ТВПС ГРС ограничивает пропускную способность ТПО (пропускная способность основных узлов значительно превышает пропускную способность участков ТПО, замена участков ТПО приводит к увеличению ТВПС станции);
- группа 3 – ТВПС ГРС ограничивает пропускную способность отдельных узлов или их отсутствие (путем замены или монтажа отдельного узла или блока достигается рост ТВПС станции в целом);
- группа 4 – комбинация первых трех групп;
- группа 5 – сбалансированные компоновки, при которых малозатратная реконструкция неосуществима, увеличение пропускной способности таких ГРС требует больших капитальных затрат, в том числе в реконструкцию подводных газопроводов.

Предлагаемый подход заключается в выявлении «узких» мест в компоновке ГРС на основе результатов технологических расчетов пропускной способности, разработке технических решений по их устранению и выполнении соответствующих мероприятий по замене отдельных элементов ГРС в целях увеличения производительности станции в целом. Такой подход позволяет достаточно быстро нарастить производственную мощность ГРС, при этом затраты на проведение необходимых мероприятийкратно ниже по сравнению с расходами на реконструкцию станции в целом.

Отметим, что малозатратные мероприятия в целях увеличения пропускной способности необходимо проводить с учетом технологических взаимосвязей ГРС с газотранспортной системой и сетью газораспределения после станции. В определенный момент общая пропускная способность всего технологического комплекса достигает баланса, при котором дальнейшее увеличение ТВПС ГРС не дает возможности увеличить поставку газа потребителям. В этом случае выявление «узких» мест требует рассмотрения технологического режима работы всех взаимосвязанных объектов определенного фрагмента Единой системы газоснабжения. В таких системных исследованиях необходимо учитывать, что увеличение объемов

подачи газа через ГРС может привести к проявлению «узких» мест в других отдаленных частях газотранспортной системы.

В отдельном рассмотрении нуждается обеспечение малозатратных мероприятий соответствующей технической документацией, подлежащей разработке и утверждению в установленном законодательством порядке, в целях производства строительно-монтажных работ. Разработка такой документации может быть выполнена в рамках проекта малозатратной реконструкции ГРС в объеме согласно Постановлению Правительства РФ [3], в таком случае разработанная документация должна будет пройти все предусмотренные этапы ее рассмотрения, согласования, утверждения, включая государственную экспертизу.

Однако имеется иная возможность реализации проектов малозатратного увеличения производственной мощности ГРС – разработка документации на техническое перевооружение.

Федеральный закон о промышленной безопасности опасных производственных объектов (ОПО) [4] определяет техническое перевооружение как приводящие к изменению технологического процесса на ОПО внедрение новой технологии, автоматизация опасного производственного объекта или его отдельных частей, модернизация или замена применяемых на опасном производственном объекте технических устройств. Статья 257 Налогового кодекса РФ [5] к техническому перевооружению относит комплекс мероприятий по повышению технико-экономических показателей основных средств или их отдельных частей на основе внедрения передовой техники и технологии, механизации и автоматизации производства, модернизации и замены морально устаревшего и физически изношенного оборудования новым, более производительным. Малозатратные мероприятия по увеличению ТВПС ГРС полностью отвечают понятию технического перевооружения.

Отметим следующие особенности технического перевооружения, приведенные в статье [6]:

- техническое перевооружение выполняется на конкретном действующем

объекте, 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 только объемом выполняемых строительно-монтажных работ, который, как правило, не должен превышать 15 %, а капитальные вложения – более 25 % первоначальных капитальных вложений в сопоставимых ценах;
- максимально сокращается объем строительных работ, упрощается процесс их оформления (согласно ст. 8 и п. 1 ст. 13 Федерального закона [4] документация на техническое перевооружение подлежит экспертизе промышленной безопасности) и реализации;
- средства, выделяемые на техническое перевооружение, окупаются в несколько раз быстрее.

С учетом вышеуказанных особенностей и преимуществ целесообразно говорить о приоритетности реализации этих мероприятий в рамках технического перевооружения, а не проекта реконструкции.

Таким образом, это позволяет предположить, что применение предлагаемого подхода обеспечит существенное сокращение времени осуществления мероприятий по увеличению пропускной способности ГРС (оценочно – до 1–2 лет с учетом подготовки соответствующей документации технического перевооружения), а также сокращение стоимости проектных работ по сравнению со стоимостью разработки проекта реконструкции.

Научно-методические основы концепции малозатратной реконструкции и технического перевооружения ГРС ПАО «Газпром» представлены в статье [7].

АПРОБАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Апробация основных положений методического подхода выполнена на примере действующей блочной ГРС типа «Снежеть-10» с проектной производительностью 10 тыс. м³/ч, давлением на

Таблица 1. Характеристики основного технологического оборудования газораспределительной станции

Table 1. Parameters of the main technological equipment of gas distribution station

Узел Component	Тип оборудования Equipment type	Dy, мм D, mm	Py, МПа P, MPa	Кол-во Quantity	Q, тыс. м ³ /ч Q, ths. m ³ /h
Очистки Cleaning	SFAPC 640	355	6,4	2	20
Предотвращения гидратообразований Hydrate prevention	EVST 250-2 R0 175 200 C	80/50	6,4	2	20
Редуцирования Reductions	RMG-502-50	50/100	10	2	K _г = 1600 м ³ /ч* K _г = 1600 m ³ /h*
Замера Measuring	TRZ-03/G650	150	10	2	14
Одоризации Odorization	GOE-07	–	–	1	До 1 млн м ³ /ч** Up to 1 mln m ³ /h**

* K_г – коэффициент расхода клапана регулятора, пропускная способность регулятора: $Q_{max} = 5K_g P_{вх}$ (согласно методике производителя RMG Messtechnik GmbH).

** В зависимости от типа насоса.

* K_г – consumption coefficient of control valve, throughput capacity of controller: $Q_{max} = 5K_g P_{in}$ (according to the method of the manufacturer RMG Messtechnik GmbH).

** Depends on the pump type.

выходе 0,6 МПа. ГРС эксплуатируется 19 лет (с 1997 г.). Все узлы и системы ГРС находятся в работоспособном состоянии, что подтверждено материалами диагностических обследований. Принципиальная схема ГРС представлена на рис. 2.

Фактическое значение расхода газа для ГРС в период пикового газопотребления превышает проектное значение и составляет более 12,8 тыс. м³/ч (128 % от проектного показателя). Основные параметры технологического оборудования ГРС приведены в табл. 1.

Цель расчетов заключалась в определении ТВПС ГРС при фактически сложившихся значениях давления газа на входе и выходе станции и заданных техно-

логических ограничениях. Были детально проанализированы технологические параметры оборудования и трубопроводов, сформирована математическая расчетная модель ГРС. Проведены необходимые процедуры по параметризации и адаптации расчетной модели, проведена серия технологических (гидравлических и тепловых) расчетов. Граничные условия в расчете приняты согласно технологическому режиму работы системы газоснабжения, соответствующего ее максимальной загрузке:

- фактически достигнутый расход газа через ГРС – 12,8 тыс. м³/ч;
- давление газа на входе ГРС – 3,2 МПа;
- уставка для регуляторов давления газа – 0,6 МПа;

- температура газа на входе ГРС – 3,03 °С;

- температура окружающей среды – минус 5,0 °С.

Моделирование ГРС и расчеты ТВПС были выполнены с использованием программно-вычислительного комплекса (ПВК) «Веста», разработанного РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, и проверены с использованием ПВК ALICE (разработка АО «Газпром промгаз»). При адаптации модели станции с использованием обоих ПВК была достигнута полная сходимость результатов расчета фактического режима.

Результаты определения ТВПС ГРС и возможности использования в газоснабжении потенциальных резервов пропускной способности показали следующее. Согласно данным паспортов оборудование ГРС имеет значительный потенциальный резерв по пропускной способности. Установленное оборудование позволяет обеспечить расход газа на уровне 14 тыс. м³/ч («узкое» место – узел замера газа). Однако реализация имеющихся потенциальных резервов (дополнительно 40 % к значению проектной производительности) в настоящее время невозможна из-за низкой пропускной способности участков трубопроводной обвязки. По результатам расчета, воспроизводящего фактический режим работы ГРС,

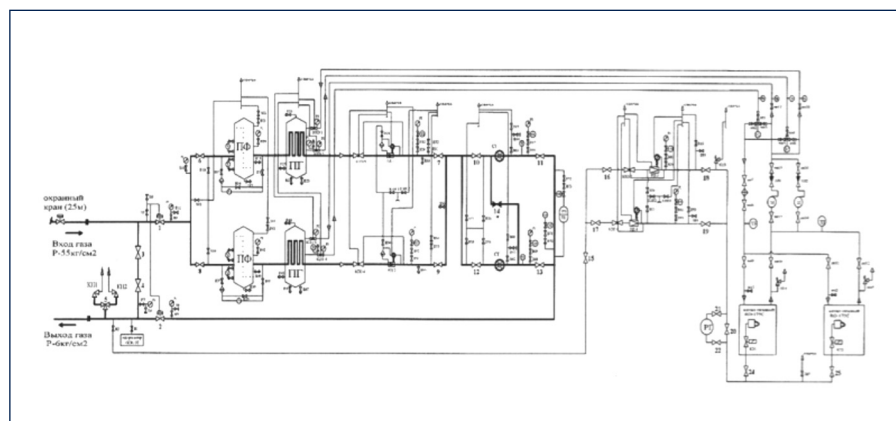


Рис. 2. Принципиальная схема газораспределительной станции

Fig. 2. The fundamental scheme of gas distribution station

на значительном числе участков ТПО наблюдается превышение нормативной скорости газа (в линиях редуцирования, в выходных трубопроводах ГРС, между кранами № 7 и 10). Максимальная скорость газа (более 34 м/с) наблюдается в трубопроводе за регулятором РД 1 (рис. 3).

Регуляторы давления имеют значительный запас по пропускной способности, но работа ГРС при проектной производительности по одной основной нитке редуцирования фактически невозможна из-за значительного превышения скорости потока газа в линии редуцирования. Обеспечение достигнутого расхода газа возможно только при одновременном использовании в работе основной и резервной линии редуцирования.

Ситуация с превышением нормативного ограничения по скорости газа обусловлена тем, что проект ГРС предусматривал значение входного давления газа равным 4,5 МПа. Расчетом подтверждено, что при указанном значении давления газа на входе, проектных значениях расхода и выходного давления (соответственно, 10 тыс. м³/ч и 0,6 МПа) соблюдаются нормативные требования к эксплуатационным ограничениям по скорости потока газа в ТПО и температуре газа на выходе. Фактический режим работы газотранспортной системы не позволяет поддерживать на входе в ГРС давление, соответствующее проекту, что и приводит к нарушениям (превышению) значения предельно допустимой скорости газа в ТПО.

Значение ТВПС ГРС при заданных граничных условиях определено равным 9,4 тыс. м³/ч (т. е. ниже значения проектной производительности почти на 6%), и это значение достигается только при условии одновременного использования в работе основной и резервной линий редуцирования (рис. 4).

Таким образом, результаты расчета подтверждают, что обеспечение поставок дополнительных объемов газа потребителям для рассматриваемой станции возможно только после выполнения мероприятий по устранению «узких» мест ГРС. Были проведены дополнительные расчеты по обоснованию минимально необходимого набора мероприятий, реализация которых позволит увели-

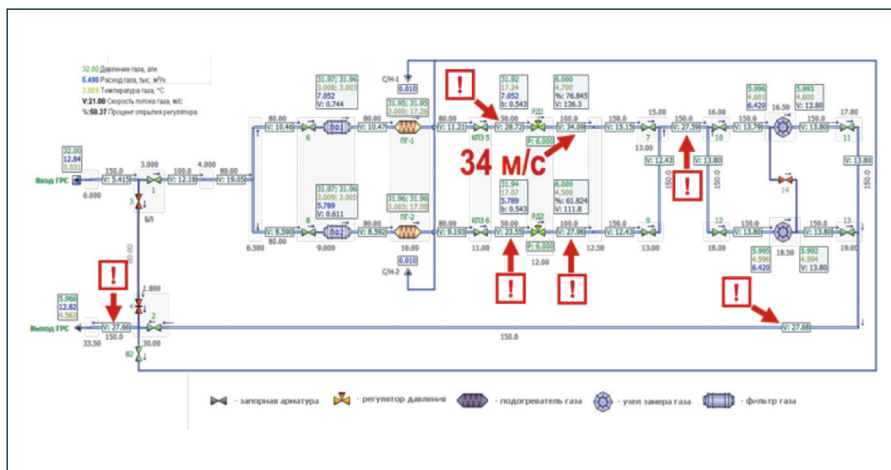


Рис. 3. Схема расчета фактического режима работы газораспределительной станции
Fig. 3. The calculation scheme of the actual operating mode of gas distribution station

чить ТВПС рассматриваемой станции до 14 тыс. м³/ч. Это значение соответствует перспективной потребности в газе от данной ГРС в соответствии с Генеральной схемой газоснабжения и газификации, разработанной АО «Газпром промгаз». Результаты расчетов приведены на рис. 5.

В результате проведенных исследований были определены участки ТПО и элементы запорно-регулирующей арматуры (ЗРА), которые следует заменить с увеличением диаметра (табл. 2) для обеспечения возможности использования потенциальных резервов повышения ТВПС ГРС.

Таким образом, общая протяженность участков ТПО, предлагаемая к замене для достижения ТВПС рассматриваемой

мой ГРС 14 тыс. м³/ч, составляет 21,5 м (в том числе замена двух предохранительных отсекающих клапанов и двух кранов).

Оценочно, с учетом сметных расчетов по объектам-аналогам, затраты на реализацию указанных решений по малогазотратному техническому перевооружению ГРС кратно ниже, чем затраты на «классическую» реконструкцию этой ГРС для достижения той же производительности.

Для дальнейшего увеличения пропускной способности рассматриваемой ГРС (свыше 14 тыс. м³/ч) потребуется замена узла замера расхода газа, что также может быть выполнено в рамках малогазотратных мероприятий технического перевооружения.

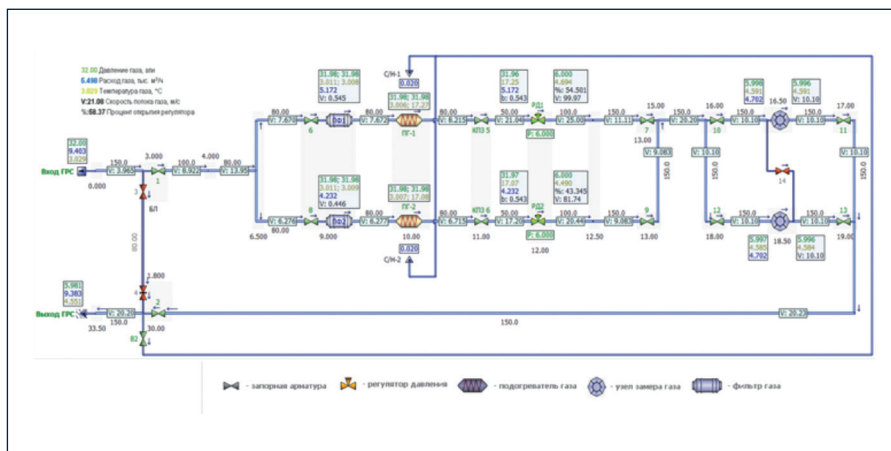


Рис. 4. Схема расчета технически возможной пропускной способности газораспределительной станции на основе данных фактического режима
Fig. 4. The calculation scheme of technically possible throughput capacity of gas distribution station based on the data of the actual operating mode

Таблица 2. Основные технические решения по малозатратному техническому перевооружению газораспределительной станции для увеличения объема поставок газа потребителям и доведения его до 14 тыс. м³/ч
 Table 2. Main technical solutions of low-cost technical modernization of gas distribution station to increase the value of gas supplies to consumers and its enhancement to 14 ths. m³/h

Объект ГРС The object of GDS	Основные технические решения The main technical solutions	Суммарная длина участков ТПО, м/ЗРА, ед. The total length of sections of (PA), m/Control valve, unit	Проектные данные участков ТПО Project data of PA sections	Целевые показатели Target parameters
Участки ТПО Sections of piping arrangement (PA) КПЗ 5 – РД 1 Ду 50 (основная линия РД) Control valve (CV) 5 – WP (work pressure) 1 ND (nominal diameter) 50 (main line of WP) КПЗ 6 – РД 2 Ду 50 (резервная линия РД) CV 6 – WP 2 ND 50 (reserve WP line)	Замена с увеличением диаметра Replacement with increased diameter	2,0	Ду 50 ND 50	Ду 80 ND 80
Предохранительный отсекающий клапан (ПОК) RMG-710 Ду 50 (основная и резервная линии РД) Safety clip valve RMG-710 ND 50 (main and reserve WP line)		2 ед. 2 units	Ду 50 ND 50	Ду 80 (RMG-710 Ду 80) ND 80 (RMG-710 ND 80)
Участки ТПО Sections of PA РД 1–7-й кран (основная линия РД) WP 1–7 valve (main WP line) РД 2–9-й кран (резервная линия РД) WP 2–9 valve (reserve WP line)		2,0	Ду 80 ND 80	Ду 200 ND 200
Участки ТВО Sections of PA 9-й кран – 7-й кран (резервная линия РД) 9 valve – 7 valve (reserve WP line)		2,0	Ду 150 ND 150	Ду 200 ND 200
Кран № 7 Ду 150 (основная линия РД) Valve No. 7 ND 150 (main WP line)		1 ед.	Ду 150 ND 150	Ду 200 ND 200
Кран № 9 Ду 150 (резервная линия РД) Valve No. 9 ND 150 (reserve WP line)		1 ед. 1 unit	Ду 150 ND 150	Ду 200 ND 200
Участок ТПО кран № 7 – кран № 10 Sections of PA valve No. 7 – valve No. 10		1,0	Ду 150 ND 150	Ду 200 ND 200
Участок ТПО кран № 13 – кран № 2 – выходной газопровод Ду 150 Sections of PA valve No. 13 – valve No. 2 – an output pipeline ND 150		14,5	Ду 150 ND 150	Ду 200 ND 200

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках предложенного подхода невозможно решить все задачи, которые обычно возникают при полной рекон-

струкции ГРС. В некоторых случаях общее старение производственных мощностей ГРС, ухудшение технического состояния основного оборудования и

трубопроводов, рост числа дефектов и другие факторы, а также их совокупное влияние не позволяют задействовать резервы станции за счет расчета и обо-

снования ТВПС или малозатратных мероприятий и обуславливают экономическую целесообразность реконструкции станции в целом, а не замены отдельных ее элементов.

Тем не менее для значительного числа ГРС применение концепции малозатратных мероприятий позволит оперативно и с минимальными затратами повысить пропускную способность и увеличить поставку газа потребителям.

Следующим шагом в развитии предложенного подхода являются формализация и регламентация концепции малозатратной реконструкции и технического перевооружения ГРС. Необходимо разработать соответствующую нормативную базу, регулирующую вопросы обоснования мероприятий, подготовки документации на техническое перевооружение. Однако временное отсутствие таких нормативов не ограничивает возможности применения предложенного подхода, требуя

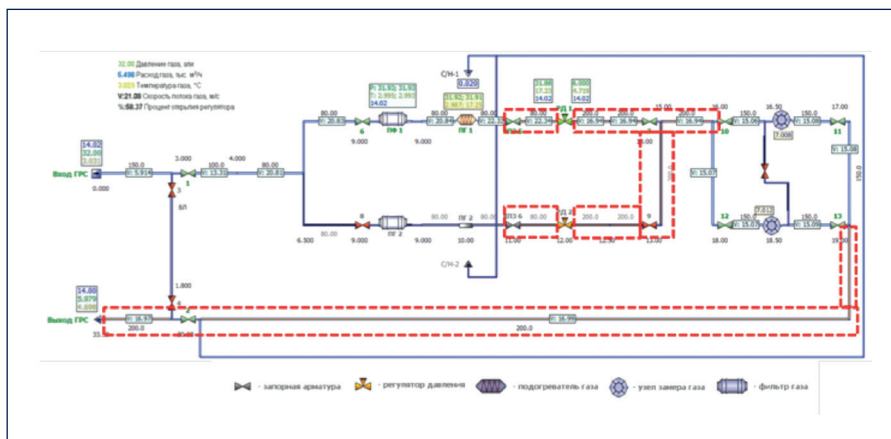


Рис. 5. Расчетная схема газораспределительной станции с указанием участков трубопроводной обвязки, подлежащих замене

Fig. 5. The calculation scheme of gas distribution station, indicating the sections of the piping arrangement, which should be repaired

от заказчиков и исполнителей работ в каждом случае лишь более внимательного отношения к обоснованию состава документации технического перевооружения ГРС. Опыт, накоплен-

ный в рамках реализации проектов технического перевооружения, должен быть учтен при подготовке соответствующих нормативных документов в этой области.

Литература:

1. Михаленко В.А., Тарасов В.В., Кузема А.В. и др. Методология определения резервов пропускной способности газораспределительных станций ПАО «Газпром» / В.А. Михаленко, В.В. Тарасов, А.В. Кузема, Ю.И. Спектор, Н.В. Варламов, А.В. Белинский, С.Н. Речинский, О.И. Ребров, А.В. Бабаков, А.С. Вербило, А.Н. Денисов, С.А. Савин // Газовая промышленность. 2015. № 12. С. 40–44.
2. СТО Газпром 2-3.5-051-2006. Нормы технологического проектирования магистральных газопроводов. М.: ИРЦ «Газпром», 2006. 197 с.
3. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». [Электронный ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_75048. Дата обращения: 30.11.2016.
4. Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (принят Государственной Думой Федерального Собрания РФ 20.06.1997). [Электронный ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_15234. Дата обращения: 30.11.2016.
5. Федеральный закон № 117-ФЗ «Налоговый кодекс Российской Федерации (часть вторая)» (принят Государственной Думой Федерального Собрания РФ 19.07.2000). [Электронный ресурс.] Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_28165. Дата обращения: 30.11.2016.
6. Слуцкий В.А., Константинова В.С., Ханицкая В.Я., Капаев А.А. Нормативно-технические аспекты состава документации на техническое перевооружение // Безопасность труда в промышленности. 2016. № 2. С. 54–57.
7. 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.

References:

1. Mikhailenko V.A., Tarasov V.V., Kuzema A.V., Spector U.I., Varlamov N.V., Belinsky A.V., Rechinsky S.N., Rebrov O.I., Babakov A.V., Verbilov A.S., Denisov A.N., Savin S.A. A Methodology Of Determination Of Available Reserves Of The Throughput Capacity Of PJSC Gazprom Stations. *Gazovaya promyshlennost' = Gaz Industry*, 2015, No. 12, P. 40–44. (In Russian)
2. The standardization system of JSC Gazprom 2-3.5-051-2006. *Technological Design Standards Of Trunk Gas Pipelines*. Moscow, IRTs Gazprom, 2006, 197 pp. (In Russian)
3. The RF Government resolution No. 87 dated 16.02.2008 «About The Structure Of Design Documentation Sections And Requirements To Their Contents». Mode of access: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_75048. Date of access: 30.11.2016. (In Russian)
4. Federal law No. 116-FL dated 21.07.1997 «About Industrial Safety Of Hazardous Production Facilities» (adopted by the State Duma of the Federal Assembly of Russia 20.06.1997). Mode of access: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_15234. Date of access: 30.11.2016. (In Russian)
5. Federal law No. 117-FL «Tax Code Of The Russian Federation (part two)» (adopted by the State Duma of the RF Federal Assembly 19.07.2000). Mode of access: http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_28165. Date of access: 30.11.2016. (In Russian)
6. Slutsky V.A., Konstantinova V.S., Hanitskaya V.Y., Kapayev A.A. Normative And Technical Aspects Of Documentation Content For Technical Modernization. *Bezopasnost' truda v promyshlennosti = Safety In Industry*, 2016, No. 2, P. 54–57. (In Russian)
7. Mikhailenko V.A., Belinskii A.V., Varlamov N.V., Rechinsky S.N., Babakov A.V., Verbilov A.S. Scientific and methodological basics of the concept of low-cost reconstruction and technical modernization of gas distribution stations of Gazprom PJSC. *Gazovaya promyshlennost' = Gas Industry*, 2016, No. 9, P. 72–81. (In Russian)