

Г.С. БАХШИЯН

УВЕЛИЧЕНИЕ ПОСТАВОК ПРИРОДНОГО ГАЗА В РЕСПУБЛИКУ
АРМЕНИЯ

Республика Армения с 2015 г. стала участником Евразийского экономического союза (ЕАЭС). И хотя Армения до конца 2015 г. будет участвовать в ЕАЭС в урезанном составе, но даже в таком случае взаимная выгода государств очевидна. Вдобавок к этому ОАО «ГАЗПРОМ» стало стопроцентным владельцем ЗАО «АРМРОСГАЗПРОМ», что в рамках ЕАЭС дает хорошие перспективы для увеличения пропускной способности газотранспортной системы Республики Армения.

Ключевые слова: транзитный газопровод, газоснабжение Республики Армения, Грузия, компрессорная станция, повышение пропускной способности.

Введение. Республика Армения – это страна, не имеющая собственных источников природного газа. Газ в Армению доставляется по двум направлениям: из Ирана по газопроводу «Иран - Армения» и из России по газопроводу «Северный Кавказ - Закавказье». Если в настоящее время транспортируемого газа хватает для удовлетворения потребностей населения и промышленности республики в энергоресурсах, то уже в ближайшие годы из-за ограниченности пропускной способности этих газопроводов может возникнуть их нехватка. В табл. 1 приведены данные по динамике потребления газа и прогноз спроса до 2025 г.

Таблица 1

Динамика потребления газа в Республике Армения до 2025 г.

Годы	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2015	2020	2025
Потребность в газе, млрд. м ³	1,38	1,58	1,36	1,53	1,60	1,70	1,76	1,90	2,50

Сущность проблемы состоит в том, что потребность Республики Армения в энергоресурсах возрастает, а существующие газопроводы оказываются не способными обеспечить надежные поставки необходимых объемов газа без их дорогостоящей реконструкции, поэтому ниже анализируются возможные варианты увеличения пропускной способности названных газопроводов.

Увеличение пропускной способности обеих газотранспортных систем (ГТС) рассматривается в случае, когда конечным пунктом газопроводов является теплоэлектростанция (ТЭС) в г. Ереване. Рассматриваются разные варианты, в том числе варианты с сооружением нескольких компрессорных станций (КС) как на газо-

проводе, транспортирующем природный газ из Ирана, так и из России. Рассмотрим каждую из этих ГТС в отдельности.

1. Газотранспортная система иранского газа. Сначала остановимся на возможностях газопровода “Иран - Армения”. Иранский газ транспортируется в Армению по разветвленной трубопроводной сети с трубами DN 700 в объеме до 1,5 млрд м³/год (последние два года объемы поставок составляют 0,35...0,4 млрд м³/год). Справочная информация о договорных объемах поставки иранского газа в Армению до 2025 г. включительно представлена в табл. 2.

Таблица 2

Ориентировочные объемы поставок газа из Ирана в Армению

№№ п/п	Годы поставок	Объем поставок, млрд м ³ /год	Давление на границе, МПа
1	2009-2012	1,1	не менее 3,3
2	2012-2015	1,5	не менее 3,5
3	2015-2018	1,75	не менее 3,5
4	2018-2021	2,0	не менее 3,5
5	2021-2025	2,3	не менее 3,5

Трасса газопровода “Иран-Армения” на территории Ирана проходит от КС “Басменч” к г. Мегри. Далее трубопровод идет по территории Армении от г. Мегри к г. Ереван и пересекает территорию Сюникской, Гегаркуникской и Араратской областей (марзов Армении). Общая протяженность магистрального газопровода “Иран-Армения” от начальной точки на территории Армении г. Мегри до г. Еревана составляет 288,5 км.

Несмотря на относительно небольшую протяженность, газопровод “Иран-Армения” пролегает в весьма сложных условиях. Эти условия характеризуются большим перепадом высотных отметок, колебаниями сезонных температур, разнообразием грунтов и, следовательно, переменной коэффициентом теплопередачи по длине газопровода. Поэтому, прежде чем оценить потенциальные возможности этого газопровода, нами было выполнено специальные исследования с целью выявить, насколько велики колебания пропускной способности из-за указанных выше особенностей и как эти колебания могут сказаться на общем газоснабжении республики.

В гидравлических расчетах учитывались свойства природных газов, теплофизические параметры природного газа и окружающих грунтов, а также профиль газопровода. Расчеты с учетом всех вышеперечисленных факторов осуществлялись на основе единой математической модели, уравнения которой приведены ниже. Эта модель учитывает влияние осложненных условий пролегания высокогорных газопроводов и отражает основные законы механики и термодинамики -

закон сохранения массы, изменения импульса и энергии, а также уравнение состояния природного газа:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dQ}{dx} = 0, \Rightarrow Q = \rho v S = \text{const}, \\ \rho v \frac{dv}{dx} + \frac{dp}{dx} = -\lambda \frac{1}{d} \frac{\rho v^2}{2} - \rho g \frac{dz}{dx}, \\ \frac{d}{dx} \left[\left(\frac{v^2}{2} + J(p, T) \right) \right] = -\frac{\pi d \cdot K_T}{Q} (T - T_{\text{нар.}}) - g \frac{dz}{dx}, \\ p = Z(p, T) \cdot \rho R T, \end{array} \right. \quad (1)$$

где Q – массовый расход газа; $z(x)$ – профиль газопровода; ρ, p, v, T – соответственно плотность, давление, скорость и температура газа; $J(p, T)$ – удельная энтальпия газа; R – газовая постоянная; $K_T(x)$ – коэффициент теплопередачи; $T_{\text{нар.}}(z)$ – наружная температура; Z – коэффициент сжимаемости; d – внутренний диаметр газопровода; λ – коэффициент гидравлического сопротивления; g – ускорение силы тяжести; x – координата вдоль оси газопровода [1]. Для расчетов была разработана специальная компьютерная программа, позволяющая изменять определяющие параметры и выполнять многовариантный анализ. Результаты расчетов по влиянию осложненных условий приведены в табл. 3 и 4.

Анализ расчетов [1] показал, что поправка к пропускной способности магистрального газопровода, пролегающего в осложненных условиях (большого перепада высот, существенной переменности температуры окружающей среды, изменения коэффициента теплопередачи и т.п.), может достигать 4%. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что существующая ГТС “Иран - Армения” способна решить поставленную задачу лишь на период с 2009 по 2015 годы. Иными словами, тогда, когда годовой объем транспортируемого газа не превышает 1,5 млрд м^3 . При объеме транспортировки выше 1,5 млрд $\text{м}^3/\text{год}$ давления в конце газопровода (конечным пунктом газопровода является ТЭС в г. Ереван, для нормальной работы которой необходимо минимальное давление 1,15 МПа) оказывается недостаточным. Данную проблему можно решить, установив компрессорную станцию. Исходя из гидравлических и географических (пересеченность местности трассы) соображений, целесообразно построить такую КС в окрестностях г. Сисиан.

Таблица 3

Влияние осложненных условий на пропускную способность газопровода

Высота, м	Температура, °C	Коэффициент теплопередачи, Вт/(м² К)	Пропускная способность, млрд м³/год	Поправка к пропускной способности, %
1000	+40	1	1,5	-
2000	+25	1		
3000	+10	1		
1000	+40	3	1,51	0,66
2000	+25	3		
3000	+10	3		
1000	+40	5	1,53	2
2000	+25	5		
3000	+10	5		
1000	+40	8	1,54	2,66
2000	+25	8		
3000	+10	8		
1000	+40	12	1,55	3,33
2000	+25	12		
3000	+10	12		
1000	+40	0,5	1,56	4
2000	+25	5		
3000	+10	15		

Таблица 4

Результаты гидравлических расчетов

Название участка	Расход $\left[\frac{\text{млрд.м}^3}{\text{год}} \right]$	Расход $\left[\frac{\text{млрд.м}^3}{\text{год}} \right]$
	давление [МПа] до постройки КС	давление [МПа] после постройки КС
Мегри-Каджаран	1,75/4,8	1,75/4,8
Каджаран-Сисиан	1,704/4	1,704/4
Каджаран-Капан	0,046/4,6	0,046/4,6
Капан-Горис	0,03/4,5	0,03/4,5
Сисиан-Ангехакот	1,704/3,7	1,704/5,1
Ангехакот-Джермук	1,704/3	1,704/4,5
Джермук-Варденис	0,019/2,9	0,019/4,3
Джермук-Арарат	1,685/1,5	1,685/3,2
Арарат-Ереван	1,535/1	1,535/2,7

Давление на выходе из КС принимается равным $P_{\text{вых}} = 5,37 \text{ МПа}$ с учетом потерь в аппаратах воздушного охлаждения. После введения в эксплуатацию КС конечное давление в г. Ереван получается равным $p_{\text{кон}} = 2,7 \text{ МПа}$.

Таким образом, можно сделать вывод, что в случае сооружения КС превышение конечного давления над минимально допустимым более чем в 1,5 МПа

обеспечит надежные поставки газа не только до 2018 г., но и вплоть до 2025 г. в соответствии с договором Ирана и Армении.

2. Газотранспортная система “Моздок – Тбилиси – Ереван”. Остановимся теперь на вопросе о потенциальных возможностях ГТС российского газа “Моздок – Тбилиси – Ереван”, проходящей через территорию Республики Грузия.

Газопровод “Северный Кавказ - Закавказье”. Природный газ транспортируется в Республику Армения по ГТС “Северный Кавказ – Закавказье” через территорию Грузии. Газопровод “Северный Кавказ – Закавказье” введен в эксплуатацию в 1988 г. и проходит в тяжелых горно-геологических условиях на высотах от 600 до 2500 м. На рисунке показан профиль газопровода “Моздок - Тбилиси – Ереван”. Протяженность участка газопровода по территории России - 137 км, по территории Грузии – 263 км, по территории Армении – 212,5 км.

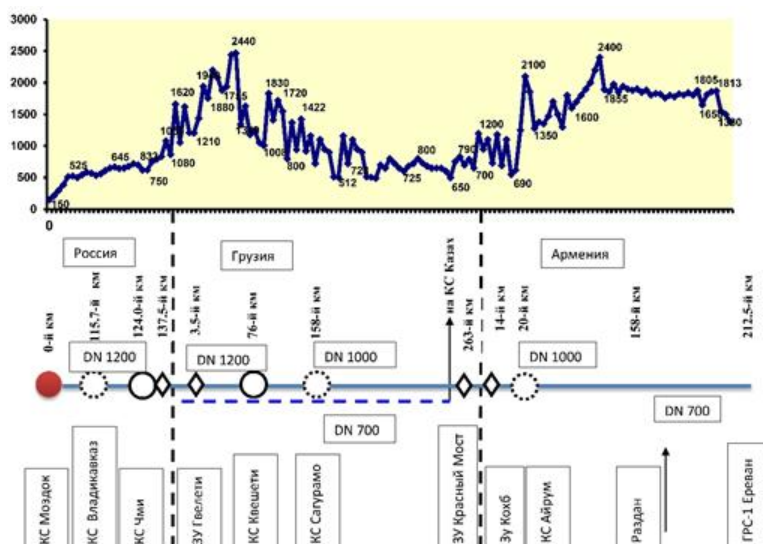


Рис. Профиль газопровода “Моздок – Тбилиси - Ереван”

-  - действующие КС
-  - КС, предусмотренные по первоначальным проектам
-  - замерный узел ГИС (газоизмерительная станция)
-  - недействующие КС

Выполнив предварительные расчеты с целью определения возможностей газопровода “Моздок – Тбилиси – Ереван”, получим почти такую же разницу в пропускной способности, как и в предыдущем случае. Соответственно можно

сделать вывод, что производить расчет пропускной способности без учета переменности температуры окружающей среды и коэффициента теплопередачи нельзя, так как поправка составляет 4%, а это – миллионы кубических метров природного газа в год.

Рассмотрим кратко техническое состояние и возможности реконструкции газопровода “Моздок – Тбилиси – Ереван”. Эта ГТС была построена в 80-х годах прошлого века и сегодня уже не обеспечивает необходимый уровень надежности поставок газа в Армению. Давление в этой системе магистральных газопроводов создается на КС “Моздок” (Россия), которая включается в работу периодически при сезонных повышениях уровня потребления газа. По этой причине давление на входе в ГТС Армении в настоящее время находится в пределах 1,7 ... 2,2 МПа, что, естественно, резко снижает пропускную способность газопроводов.

Для исследования возможностей увеличения пропускной способности газопровода “Северный Кавказ - Закавказье” были выполнены гидравлические расчеты, по которым выбран оптимальный вариант сооружения дополнительной КС.

КС “Кохб”: учитывая географическое местоположение КС и ограничения по давлению магистральных газопроводов на территории Армении, КС “Кохб” не сможет обеспечить пропускную способность более 13 млн м³/сут. Согласно гидравлическим расчетам, после введения в эксплуатацию КС “Кохб” давление нагнетания $p_n = 4$ МПа будет достаточным для обеспечения надежных поставок газа в г. Ереван с конечным давлением $p_k = 1,17$ МПа (давление на входе в ТЭС).

В табл. 5 приведены результаты расчетов с объемом транспортируемого газа $Q = 14,3$ млн м³/сут. с учетом того, что в Грузии ведется отбор газа в размере 10% от общего объема транспортируемого газа.

Таблица 5

Результаты расчетов с установленной КС “Кохб”

Название участка	Давление в конце участка до сооружения КС, МПа	Давление в конце участка после сооружения КС, МПа
КС “Моздок” – ЗУ “Гвелети”	3,9	3,9
ЗУ “Гвелети” – КС “Сагурамо”	2,8	2,8
КС “Сагурамо” – КС “Кохб”	1,1	4
КС “Кохб” – Иджеван	-	3,2
Иджеван – Ереван	-	1,3

Выводы

1. Для увеличения пропускной способности газопровода “Иран-Армения” необходимо построить на территории Армении КС “Сисиан”, что позволит поддерживать давление в конечном пункте (ТЭС в г. Ереван) на уровне 1,2 МПа.

2. Для увеличения пропускной способности газопровода “Северный Кавказ – Закавказье” до 13 млн м³/сут. необходимо построить КС “Кохб” на территории Армении. Согласно гидравлическим расчетам, КС “Кохб” обеспечит надежные поставки российского природного газа в Армению даже в пиковое (зимнее) время потребления.
3. Расчеты пропускной способности газопровода (как проектные, так и эксплуатационные) необходимо осуществлять не по осредненным параметрам (наружной температуре, коэффициенту сжимаемости, коэффициенту теплопередачи и т.п.), а с учетом переменности этих величин по длине газопровода. При условиях пролегания газопроводов, которые имеют место в Армении, поправки к расходу могут достигать 4% , что составляет миллионы кубических метров газа в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лурье М.В. Математическое моделирование процессов трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа. – М.: Изд. центр РГУ нефти и газа, 2012.- 456 с.

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Материал поступил в редакцию 10.09.2015.

Գ.Ս. ԲԱԽՇԻՅԱՆ

ԲՆԱԿԱՆ ԳԱԶԻ՝ ԴԵՊԻ ՀԱՅԱՍՏԱՆ ՄԱՏԱԿԱՐԱԴՄԱՆ ԱՃԸ

Հայաստանի Հանրապետությունը 2015 թվականից դարձավ Եվրասիական տնտեսական միության (ԵԱՏՄ) անդամ: Չնայած նրան, որ Հայաստանի Հանրապետությունը մինչև 2015 թ. վերջը կմասնակցի ԵԱՏՄ-ին ոչ լիարժեք իրավունքներով, սակայն, նույնիսկ այս դեպքում էլ ԵԱՏՄ պետությունների փոխադարձ շահն ակնհայտ է: Բացի այդ, «Գազպրոմ» ԲԲԸ-ն դարձավ «ՀայՌուսգազարդ» ՓԲԸ-ի միանձնյա սեփականատերը, ինչը ԵԱՏՄ շրջանակներում լավ հեռանկարներ է ստեղծում Հայաստանի Հանրապետության գազատրանսպորտային համակարգի թողունակությունը բարձրացնելու համար:

Առանցքային բառեր. տրանզիտ գազատար, ՀՀ գազամատակարարում, Վրաստան, կայան, թողունակության ավելացում:

G.S. BAKHSHIYAN

INCREASING THE SUPPLY OF NATURAL GAS TO REPUBLIC OF ARMENIA

Since 2015, Republic of Armenia has become a participant of the Eurasian Economic Union (EAEU). And although, by the end of 2015, Armenia will be taking part in EAEU with incomplete rights, even in this case, the mutual benefit of the countries is obvious. In addition to this, the Russian “Gazprom” OJSC has become a hundred percent owner of “ArmRusgasprom” CJSC, which, within the frames of EAEU, gives good perspectives for increasing the operating capacity of the gas transportation system of Republic of Armenia.

Keywords: transit gas pipeline, gas supply of Republic of Armenia, Georgia, compressor station, increase in the operating capacity.