

Казанский Федеральный Университет
Кафедра технологии нефти газа и углеродных материалов
Kazan Federal University,
Department of Oil gas and carbon materials technology
Увеличение пропускной способности трубопроводов
Increasing pipeline capacity

Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных
материалов, Член Экспертного совета Российского газового общества (РГО),
и.о. руководителя группы «Водородная и альтернативная РГО, профессор РАЕ²

E-mail: kemalov@mail.ru

Аннотация (Abstract)

В системе нефтяной и газовой промышленности чрезвычайно велика роль трубопроводного транспорта. Трубопроводный транспорт наряду с экономичностью обеспечивает круглогодичную работу и почти не зависит от природных условий, чем выгодно отличается от других видов транспорта. В данной статье рассматриваются основные методы ее увеличения. факторы, влияющие на снижение пропускной способности.

Ключевые слова: трубопровод, пропускная способность, лупинг, врезка.

Abstract

Pipeline transport plays an extremely important role in the oil and gas industry. Pipeline transport, along with economy, ensures year-round operation and is almost independent of natural conditions, which compares favorably with other types of transport. This article discusses the main methods of increasing it. factors affecting the decrease in throughput.

Keywords: pipeline, throughput, looping, tie-in.

ВВЕДЕНИЕ (Introduction)

Главные источники природного и нефтяного газа значительно удалены от промышленных районов страны, проблема создания надежной высокоэффективной системы транспорта газа, полностью обеспечивающей потребность важнейших отраслей промышленности и населения в топливе.

В связи с тем, что потребность населения и производства в газе с каждым годом растет, а, следовательно, растут и объемы перекачек, необходимо увеличение такой характеристики магистральных газопроводов, как пропускная способность. Причем, как уже построенных, так и находящихся в процессе прокладки.

МЕТОДЫ (Methods)

При эксплуатации магистральных трубопроводов (МТ) приходится учитывать факторы, влияющие на снижение пропускной способности для определения мероприятий по ее увеличению. К этим факторам относятся:

- 1) Механические примеси.
- 2) Влага.
- 3) Сероводород и углекислый газ.
- 5) Неправильная эксплуатация линейной части МТ, которая имеет место при работе со сбросами и подкачками, при которых возможно снижение или повышение давления и температуры, что при определенных значениях способствует активному отложению вредных частиц.

С необходимостью увеличения пропускной способности газопроводов приходится сталкиваться как в процессе проектирования, так и при эксплуатации их. Нарращивание пропускной способности обусловлено стадийностью ввода в эксплуатацию газопроводов. Большую роль оказывают так же изменения, происходящие в направлении и мощности потоков газа вследствие открытия новых газовых месторождений, строительства новых промышленных объектов, городов и т.п.

Увеличить пропускную способность газопровода можно следующими основными способами: прокладка лупингов, укладка вставки, удвоение числа КС. Выбор того или иного способа зависит от конкретных условий на участке газопровода, а также от технико-экономического обоснования.

Нефтеперекачивающая станция (НПС) представляет собой комплекс сооружений, установок и оборудования, предназначенных для обеспечения транспорта нефти по магистральному нефтепроводу.

Лупинг – участок трубопровода, прокладываемый параллельно основному нефтепроводу, конструктивно и технологически связан с линейной частью трубопроводов

Увеличение числа перекачивающих станций

При наращивании пропускной способности газопроводной системы путем увеличения КС необходимо согласовать режимы работы смежных перегонов и КС. На перегоне между КС можно дополнительно построить любое число КС.

Исходя же из технико-экономических расчетов, целесообразным оказывается, как правило, только удвоение КС. Исходя из кратности применяемого на КС оборудования, увеличение числа КС на различных этапах развития газопровода может быть только кратным числом (коэффициент кратности $n_{кс} = 2, 3, 4, 5, \dots$).

При увеличении КС необходимо расширять существующие КС. При этом стараются полнее использовать возможности трубопровода и КС, т.е. $p=1$.

Наращивание производительности КС по разным этапам в данном случае будет происходить за счет дополнительных рабочих агрегатов, включаемых как параллельно, так и последовательно, т.е. КС будут работать по разным схемам на различных этапах. В принципе возможна даже замена типа оборудования по мере выхода газопровода на проектную пропускную способность. При этом необходимо иметь в виду, что эксплуатация основного оборудования КС с давлениями, существенно отличающимися от номинальных значений, может значительно снижать технико-экономические показатели.

Прокладка лупинга

В процессе эксплуатации МТ часто возникает необходимость прокладки лупинга (обводной линии).

Согласно действующим нормам технологического проектирования для пропуска планируемого грузопотока должно предусматриваться сооружение одной нитки МТ с последующим развитием его пропускной способности за счет увеличения числа станций или модернизации оборудования с целью увеличения их производительности.

Проектирование МТ с учетом прокладки второй нитки (лупинга) допускается в следующих случаях:

1) Когда заданная пропускная способность не может быть обеспечена одной ниткой из-за отсутствия труб большего диаметра и нецелесообразности освоения их промышленностью.

2) Когда увеличение пропускной способности трубопроводов до пределов, указанных задании на проектирование, намечается в сроки, превышающие 8 лет.

В настоящее время в эксплуатации находится большое количество многониточных трубопроводов. Каждая последующая нитка системы подключается к действующим трубопроводам по мере готовности. Таким образом, каждая часть строящейся нитки может рассматриваться как лупинг.

Укладка вставки

Параметры газопровода до увеличения пропускной способности (Q_0 , D_0 , L , P_m , P_k) связаны между собой уравнением:

$$P_H^2 - P_K^2 = \frac{Q_0^2 L}{B^2 D_0^{5.2}} P_H^2 - P_K^2 = \frac{Q_0^2 L}{B^2 D_0^{5.2}} ; [2]$$

Пропускная способность его должна быть увеличена до величины Q путем сооружения вставки большого диаметра D_v . Пусть вставка длиной X_v расположена на расстоянии X от начала газопровода.

Предполагая, что режим течения не меняется, на основании формулы расхода запишем разность квадратов давлений на участке:

Участок длиной X

$$P_H^2 - P_1^2 = \frac{Q^2 X}{B^2 D_0^{5,2}} P_H^2 - P_1^2 = \frac{Q^2 X}{B^2 D_0^{5,2}} ; [2]$$

Участок длиной X_B

$$P_1^2 - P_2^2 = \frac{Q^2 X_B}{B^2 D_0^{5,2}} P_1^2 - P_2^2 = \frac{Q^2 X_B}{B^2 D_0^{5,2}} ; [2]$$

Просуммировав левые и правые части полученных уравнений, имеем:

$$P_H^2 P_H^2 - P_K^2 P_K^2 = \frac{Q^4}{B^2} \left(\frac{X_B}{D_B^{5,2}} + \frac{L}{D_0^{5,2}} - \frac{X_B}{D_0^{5,2}} \right) \frac{Q^4}{B^2} \left(\frac{X_B}{D_B^{5,2}} + \frac{L}{D_0^{5,2}} - \frac{X_B}{D_0^{5,2}} \right) ; [2]$$

Из этого выражения видно, что место расположения вставки (это же относится и к лупингам) не влияет на пропускную способность газопровода.

Решая совместно уравнения, получаем:

$$\frac{X_B}{L} = \frac{1 - \frac{1}{K^2}}{1 - \left(\frac{D_0}{D_B}\right)^{5,2}} \frac{X_B}{L} = \frac{1 - \frac{1}{K^2}}{1 - \left(\frac{D_0}{D_B}\right)^{5,2}} ; [2]$$

Для обеспечения надежности реконструируемого участка нефтепровода проектной документацией предусмотрены следующие решения:

- подземная прокладка нефтепровода;
- изоляционное покрытие труб - заводское трехслойное полимерное покрытие специального исполнения;
- сварной тип соединения труб и деталей трубопровода, что обеспечивает герметичность и высокую надежность трубопроводов;

- изоляция сварных стыков трубопровода термоусаживающимися манжетами;
- 100% контроль сварных стыков трубопроводов методом неразрушающего контроля (радиографическим, ультразвуковым);
- контроль качества изоляции уложенного участка трубопровода;
- подключение реконструируемого участка к существующим средствам ЭХЗ;
- применение оборудования, материалов имеющих соответствующие сертификаты и разрешения на применение.
- на участках с высоким уровнем грунтовых вод предусмотрена балластировка трубопровода.

ВЫВОДЫ (Summary)

Работы выполняются в рамках программы реконструкции, технического перевооружения. Их целью является увеличение пропускной способности нефтепровода для перекачки дополнительного объема нефти, поступающей от организации. Лупинг позволит увеличить пропускную способность нефтепровода НПС1-НПС2-НПС3. На сегодняшний день его годовой объем перекачки составляет 500 тысяч тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ (CONCLUSIONS)

Лупинги и вставки наиболее эффективно строить в конце трубопровода (увеличивает пропускную способность последнего) т.к. в этом случае металл труб наименее натужен давлением, если мы хотим добиться уменьшения (снижения) потери давления (напора) в трубопроводе, то строят в начале, это приводит к повышению температуры в них и снижению пропускной способности последних (определяют длину лупинга, при котором достигается данный эффект). Лупинги или вставки - прокладывают в тех случаях, когда необходимо уменьшить гидравлическое сопротивление трубопровода, в результате чего увеличивается пропускная способность.

Но вставки большего диаметра для увеличения пропускной способности применять не рекомендуется, так как неизбежны остановки перекачки при замене части трубопровода меньшего диаметра на большего. Врезка вставок сопровождается потерями нефтепродуктов.

Наиболее оптимальными методами увеличения пропускной способности нефтепровода являются:

1. Более частая очистка внутренней полости трубопровода при помощи скребка
2. Строительство лупинга
3. Строительство КС
4. Применение антитурбулентных присадок.

Список литературы (Bibliography)

- [1] Бунчук В. А. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа. - М.: Недра, 2014.
- [2] Техника и технология транспорта и хранения нефти и газа / Под ред. В.Ф. Новоселова. - М.: Недра, 2014.
- [3] Транспорт и хранение нефти и газа / Под ред. Н.Н Константинова. - М.: Недра, 2016.
- [4] Трубопроводный транспорт нефти и газа / Под общ. ред. проф.В.А. Юфина. - М.: Недра, 2010.
- [5] Алиев Р.А. и др. Трубопроводный транспорт нефти и газа / Р.А. Алиев, В.Д. Белоусов, А.Г. Немудров. - М.: Недра, 2016.
- [6] Новоселов В.Ф., Гольянов А.И., Муфтахов Е.М. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации газопроводов. Учебное пособие. М., Недра, 2015.