

УДК 621.65

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ НАСОСОВ С НАПРАВЛЯЮЩИМИ АППАРАТАМИ

Гусак А.Г., к.т.н.

Сумский государственный университет,

Иванюшин А.А., к.т.н.,

С.О Луговая, к.т.н.

ОАО "ВНИИАЭН",

Руденко А.А.

ОАО "Сумский завод "Насосэнергомаш",

Твердохлеб И.Б., к.т.н.

ООО "УК "ГМС"

Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – в статье проводится обзор особенностей применения спиральных насосов НМ и насосов НМ с комбинированными отводами, которые стали востребованными на строящихся нефтеперекачивающих станциях.

Ключевые слова – магистральные насосы, направляющие аппараты, спиральные насосы, насосы с комбинированными отводами.

Вступление. В 1863 году русский ученый Д.И. Менделеев предложил идею использования трубопровода при перекачке нефти и нефтепродуктов, объяснил принципы строительства трубопровода и представил убедительные аргументы в пользу данного вида транспорта. В конце 1878 года на Апшеронском полуострове был введен в эксплуатацию первый российский нефтепровод протяженностью около 10 километров для перекачки нефти от Балаханского месторождения на нефтеперерабатывающие заводы Баку. Проект трубопровода был разработан знаменитым инженером В.Г.Шуховым [1]. С этих пор началась история строительства нефтепроводов.

Поскольку применение трубопроводов экономически выгодно, экологически безопасно, а работают они в любую погоду и в любое время года, это средство транспортировки нефти в наше время действительно незаменимо.

В Книгу рекордов Гиннеса внесен самый длинный на сегодня трубопровод в мире, длина которого составляет 3 787,2 километра. Он принадлежит компании Интерпровиншл Пайплайн Инкорпорейтед (Interprovincial Pipe Line Inc.) и проходит через весь Североамериканский континент от Эдмонта в канадской провинции Альберта до Чикаго и далее до Монреаля. Однако этот результат недолго будет сохранять лидирующие позиции. Длина строящегося в настоящее время нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий Океан» (ВСТО) составит 4 770 километров.

Постановка задачи. Одним из основных элементов любого нефтепровода является магистральный насос. На большинстве насосных станций стран СНГ более 30-ти лет эксплуатируются центробежные нефтяные магистральные насосы серии НМ [2] предназначенные для транспортирования товарной нефти [3] с температурой от минус 10°C до плюс 50°C, кинематической вязкостью не более $3 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$, содержанием механических примесей по объему не более 0,05% и размером не более 0,2мм [4].

Насосы центробежные, с рабочим колесом двойного входа, с полуспиральным подводом и двухзавитковым спиральным отводом.

Особое распространение получили насосы с номинальной подачей от 1250 м³/ч до 10000 м³/ч [5] приведенные в таблице 1.

Одной из характерных особенностей строительства и ввода в эксплуатацию крупных нефтепроводов является этапное увеличение его производительности до номинальной, при этом корпус насоса как базовый элемент, должен быть один. Это в основном связано с наличием достаточного количества нефти и потребителей. Учитывая все эти факторы, были рекомендованы наиболее экономически целесообразными следующие три этапа ввода в эксплуатацию нефтепровода.

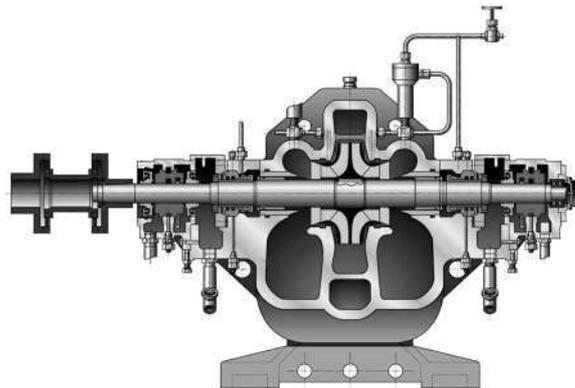


Рисунок 1 – Конструктивная схема модернизированного магистрального насоса

Для каждого из насосов типоразмерного ряда спроектированы ротора с производительностями 50%, 70% и 100% от номинальной. При

этом на всех этапах напор, развиваемый насосами, принимается одинаковым.

Таблица 1. Основные параметры нефтяных магистральных насосов.

Типоразмер насоса	Подача, м ³ /ч	Напор, м	Допускаемый кавитационный запас, м	К.п.д., %
НМ 1250-260	1250	260	20	82
НМ 2500-230	2500	230	32	87
НМ 3600-230	3600	230	38	88
НМ 7000-210	7000	210	52	90
НМ 10000-210	10000	210	65	90

По результатам анализа характеристик роторов с производительностями 50%, 70% от номинальной подачи насосов серии НМ можно сделать вывод что данный подход позволяет получить прирост к.п.д. около 3% для насосов НМ 2500-230, НМ 3600-230 и до 6% для насосов НМ 7000-210, НМ 10000-210. Сравнение экономичности проводилось между роторами с производительностями 50%, 70% от номинальной подачи и номинальным ротором, с подрезанным рабочим колесом до параметров которые обеспечиваются сменными роторами.

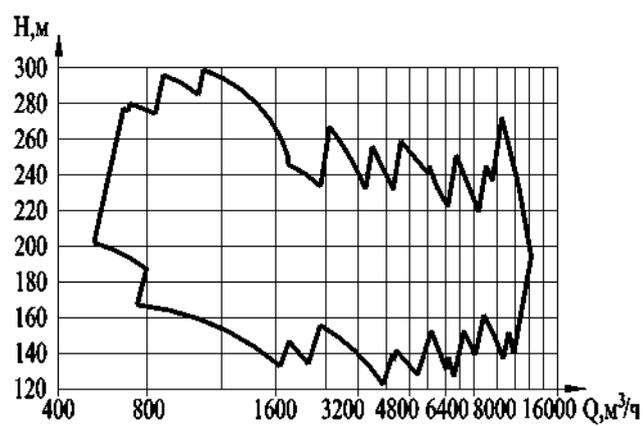


Рисунок 2 – Сводное поле насосов НМ

Постоянно совершенствующие технологии транспортировки нефти, строительство новых уникальных нефтепроводов [6], таких как ВСТО и ВСТО-2, потребность в увеличении единичной мощности оборудования, ставят перед разработчиками и изготовителями технологического

оборудования, в частности, перед насосостроителями соответствующие, весьма сложные задачи. Одна из таких задач - это повышение уровня к.п.д. насосов НМ на первых этапах эксплуатации нефтепроводов.

Согласно [7, 8] потери напора в колесе и подводе с увеличением подачи непрерывно растут и не имеют минимума, тогда как потери напора в отводе при отличной от нуля подаче, близкой к оптимальной, имеют явно выраженный минимум.

Как при увеличении, так и при уменьшении подачи величина потерь в отводе быстро нарастает и становятся значительно больше, чем в рабочем колесе.

Зона минимальных потерь в отводе является зоной максимального гидравлического к.п.д. насоса, а следовательно, и максимума общего к.п.д.

Оптимальный режим насоса смещается только при изменении размеров расчетного сечения отвода. С увеличением сечения отвода оптимальная подача насоса растет, с уменьшением – уменьшается. Таким образом, отвод определяет оптимальный режим насоса.

Учитывая выше сказанное увеличение к.п.д. существующих насосов серии НМ путем традиционных сменных рабочих колес в существующем спиральном отводе не представляется возможным.

Основная часть. По заказу ООО "УК "ГМС" в 2006 году был разработан опытный образец насоса НМ 10000-380-2 с производительностью до 12000 м³/ч и напором 400м. Принципиальным отличительным признаком конструктивной схемы данного насоса является техническое решение по отводу потока из рабочего колеса. В предлагаемом насосе применен комбинированный отвод – направляющий аппарат и спиральный отвод.

Объединенная торговая компания ЗАО "Гидромашсервис" - выиграла тендер и заключила с ОАО "АК" Транснефть" контракт на разработку и поставку 28 магистральных насосных агрегатов АНМ 7000-250-3-ГМ и АНМ 10000-250-3-ГМ для установки на нефтеперекачивающих станциях второй очереди трубопроводной системы ВСТО-2[10].

Для данного проекта проточная часть насосов будет выполнена с использованием самых современных программных инструментов вычислительной гидродинамики, что обеспечит высокий КПД магистральных насосных агрегатов.

В предлагаемых насосах для режимов первой очереди развития предлагается применить комбинированный отвод – направляющий аппарат и двухзавитковая спираль, а для окончательной стадии развития в качестве отвода насоса используется двухзавитковая спираль, которая рассчитана на оптимальные параметры окончательной стадии проектного развития нефтепровода.

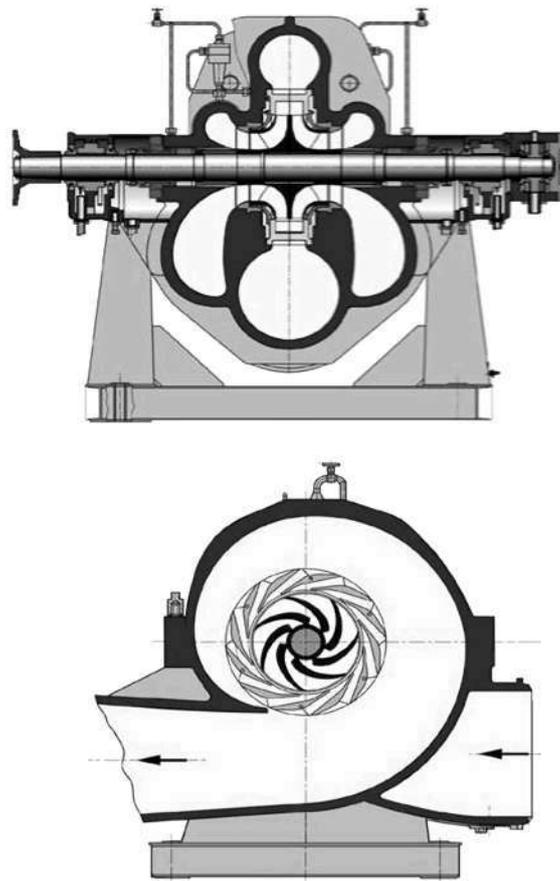


Рисунок 3 – Конструктивная схема насоса НМ 10000-380-2

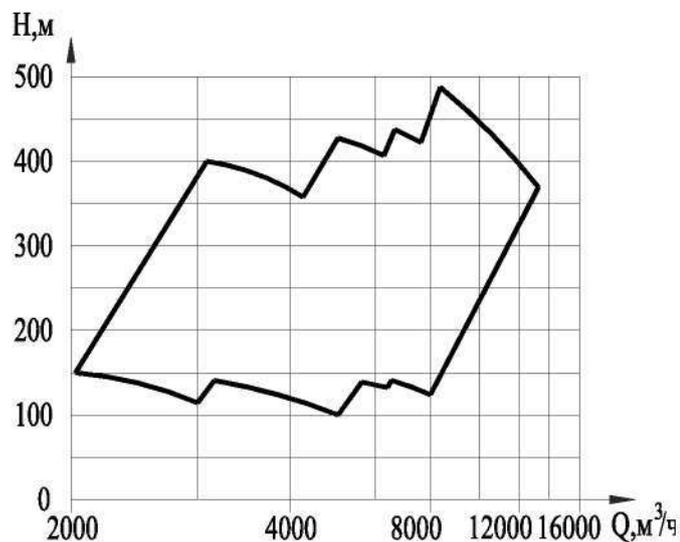


Рисунок 4 – Сводное поле насоса НМ 10000-380-2

В комбинированных отводах состоящих из направляющего аппарата и спирали потери больше чем у спирального отвода и как следствие К.П.Д. насоса снижается на $1 \div 1,5\%$ по сравнению с насосом, который бы имел только спиральный отвод с оптимальной точкой совпадающей с номинальной. При этом преобразование

кинетической энергии потока в потенциальную разделяются на две части. Основная часть кинетической энергии потока преобразуется в направляющем аппарате, а оставшаяся часть в спиральном отводе. Так же направляющий аппарат представляет собой дополнительное сопротивление в проточной части. Несмотря на все выше сказанное применение комбинированного отвода позволяет смещать оптимальную подачу в необходимую точку первоначальных этапов развития нефтепровода.

Данный универсальный подход сочетает в себе получение максимально возможной экономичности насоса на всех стадиях эксплуатации нефтепровода.

Следует сказать, что новые насосы могут быть несколько дороже по сравнению с существующими насосами серии НМ. Удорожание насоса связано с необходимостью установки направляющего аппарата. Но если учесть что большую часть эксплуатационных затрат составляет энергопотребление, то экономия электроэнергии позволит компенсировать разницу в стоимости за несколько лет эксплуатации и дальнейшая работа насоса будет пунктом сравнительной экономии.

Выводы. Анализ, проведенный в статье, показывает следующее:

1. В данное время при строительстве ВСТО-2, а в дальнейшем и на других объектах существует потребность в магистральных насосах, которые бы максимально соответствовали мировому уровню по надежности, долговечности, экономичности и были конкурентоспособными предлагаемым зарубежными фирмами насосам.

2. Существующая конструкция двухзавиткового спирального отвода насоса не может обеспечить высокий уровень к.п.д. в широком интервале подач, поэтому необходимо применение комбинированного отвода состоящего из направляющего аппарата и двухзавитковой спирали.

3. Перспективным выглядит создание типоразмерного ряда насосов НМ с комбинированными отводами, которые бы могли бы заменить существующие насосы серии НМ.

4. При создании типоразмерного ряда, является актуальным вопрос проведения анализа по оптимизации минимальных габаритов с сохранением максимальной экономичности проточной части насоса.

Литература

1. Сайт Роснефти. [Электронный ресурс], – Режим доступа : <http://www.mirnefti.ru>.
2. Насосы центробежные нефтяные для магистральных трубопроводов. Типы и основные параметры. ГОСТ 12124-87.- . – М.: Госстандарт СССР 1987. – 7 с. – (Государственный стандарт СССР)

3. Нефть. Общие технические условия. ГОСТ Р 51858-2002. М. Госстандарт России 2002. – 7с.
4. Насосы типа НМ и агрегаты электронасосные типа АНМ на их основе. ТУ У29.1-05785448-007:2006. – 102с.
5. *Стеценко Э. Г.* Магистральные насосы для трубопроводного транспорта нефти / Э. Г. *Стеценко* // Лопастные насосы. – Л.: Машиностроение, 1975. – С. 299–305
6. Правильный выбор. Новое насосное оборудование для магистрального транспорта нефти // Насосы & Оборудование / [Твердохлеб И.Б., Визенков Г.В.,]. – 2007. – № 4(45) – 5(46). – С. 28–31.
7. Расчет отводящих устройств центробежных насосов / [Полоцкий Н.Д., Богницкая Ф.А., Агульник Р.М.]. – М.: ЦИНТИХимнефтемаша, 1967. – 48 [2] с
8. *Ломакин А.А.* Центробежные и осевые насосы / А.А. *Ломакин*. – М.: Машиностроение, 1966. – изд. 2-е, перераб. и доп. – 364 с.
9. *Shyam V. Saxena* High power centrifugal pumps for oil pipelines and industrial plants with energy-saving modular technology / *Shyam V. Saxena, Zoltán J. Szabó*. // Труды VIII международной конференции «НАСОСЫ – 96». – Сумы : СумДУ, 1996. – С.24–45.
10. Группа ГМС готовит к разработке и поставке магистральные насосные агрегаты для ВСТО-2 // Насосы&Оборудование. – 2010. № 2(61). – 50 С.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МАГІСТРАЛЬНИХ НАСОСІВ З НАПРАВЛЯЮЧИМИ АПАРАТАМИ

Гусак А.Г., Іванюшин А.А., С.О Лугова, Руденко А.А., Твердохліб І.Б.

Анотація – у статті проводиться огляд особливостей застосування спіральних насосів НМ та насосів НМ з комбінованими відведеннями, що стали запитаними на нафтоперекачуючих станціях.

PROSPECTS OF TRUNC PUMPS WITH GUIDING APPARATUSES USING

A. Gusak, A. Ivanyushin, S. Lugovaya, A. Rudenko, I. Tderdochleb

Summary

The paper reviews gives an overview of details of the application of НМ type volute casing pumps and НМ type pumps with combined outlet hydraulic passages, which have become in demand at the crude-oil pumping stations under construction.