

Маслосистемы крупных насосов для нефтеперерабатывающих производств: проблемы и решения



А.И. Швиндин,
С.М. Шевченко
ООО «Сумский
машиностроительный
завод», г. Сумы, Украина

К началу 70-х годов XX века город Сумы состоялся как крупный центр отечественного насосостроения. На сумских специализированных предприятиях — ОАО «ВНИИАЭН», АО «Насосэнергомаш», АО «СМНПО им. М.В.Фрунзе» — создавались:

- крупные насосы для магистральных нефтетрубопроводов;
- питательные насосы тепловых блоков ТЭС и АЭС бывшего СССР, Китая, Индии и других государств с мощностью приводных электродвигателей до 8000 кВт;
- конденсатные насосы для ТЭС и АЭС с подачами от 30 до 2200 м³/ч.

Технические решения воплощенные в создаваемой насосной технике, проверены десятилетиями в промышленной эксплуатации. Установлены незыблемые каноны, которыми мы руководствуемся и в настоящее время.

Например, в горизонтальных центробежных насосах мощностью свыше 400 кВт в качестве опор ротора должны применяться подшипники скольжения с принудительной смазкой под давлением от комплектующей маслоустановки. И первые сумские «горячие» двухопорные насосы для нефтепереработки подтвердили правильность такого решения. Так, насосные агрегаты АНГ 200-510 для УЗК цеха № 72 Новокуйбышевского НПЗ введены в эксплуатацию в 1995 г. и выведены в капитальный ремонт в связи с пожаром на установке в январе 2010 г. 15-летний ресурс с 2-летними межремонтными пробегами в варварских условиях наших УЗК не набавлял еще ни один насос [1, 2]!

Дальнейшее совершенствование этого насоса реализовано в насосных агрегатах АНМФ 200-600 ($N_3 = 500$ кВт) — они введены в промышлен-

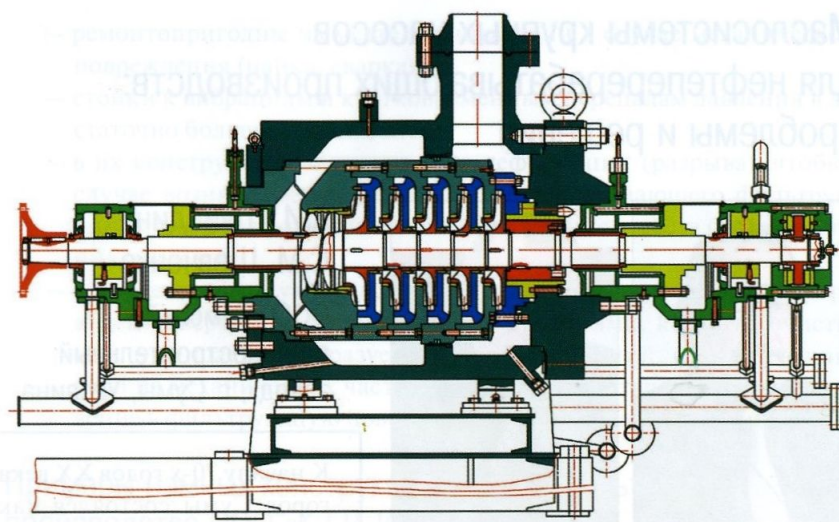


Рис. 1. Конструкция насоса АНМФ 200-600
(ООО «Сызранский НПЗ», уст. ТК-4)

ленную эксплуатацию в 2006 г. в установке ТК-4 Сызранского НПЗ и работают с 3-летними межремонтными пробегами [3]. На рис. 1 приведена конструктивная схема этих насосов с выносными опорными подшипниками скольжения и упорным подшипником скольжения типа «Митчелл» с принудительной смазкой, а на рис. 2 — фотография агрегата на установке.

В последующих разработках крупных нефтяных насосов в ООО «СМЗ» технические решения по выбору конструкции подшипников и типа смазки кардинально не менялись. Например, в насосах НДМг 600-320 ($N_3 = 800$ кВт), установлен-



Рис. 2. Насосный агрегат АНМФ 200-600
на установке ТК-4

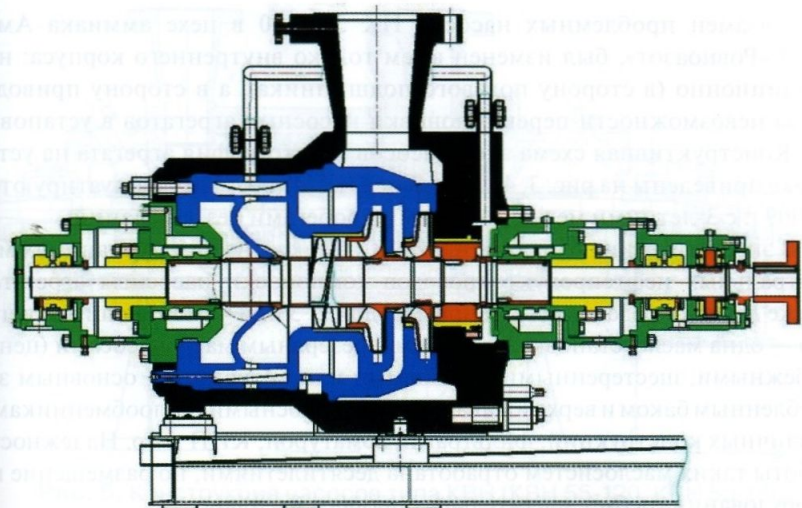


Рис. 3. Конструктивная схема насоса НДМг 600-320 (ОАО «Ровноазот», $N_э = 800$ кВт)

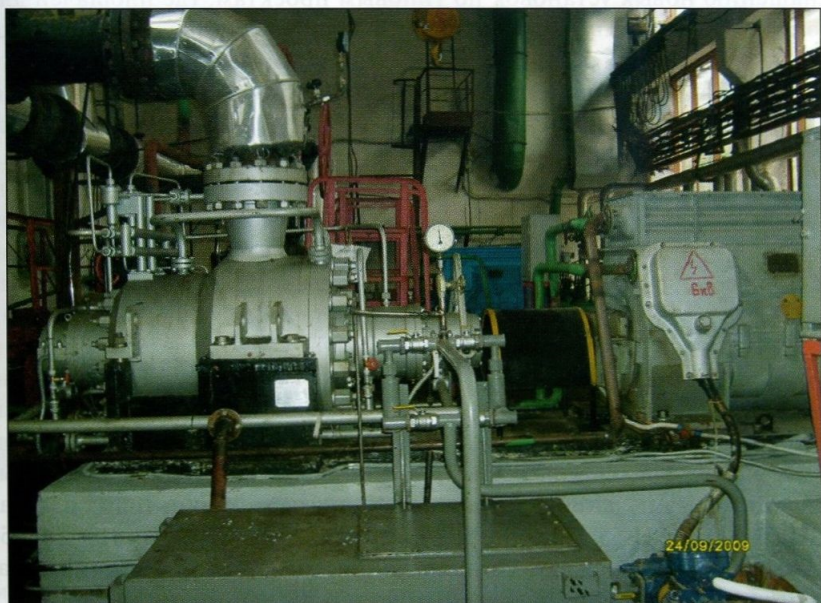


Рис. 4. Насосный агрегат АНДМг 600-320 (цех АМ 2 ОАО «Ровноазот», МЭА-раствор 120 °С)

ных взамен проблемных насосов НК 560/300 в цехе аммиака Ам-2 ОАО «Ровноазот», был изменен выем только внутреннего корпуса: нетрадиционно (в сторону полевого подшипника), а в сторону привода, из-за невозможности перекомпоновки насосных агрегатов в установке [4]. Конструктивная схема этих насосов и фотография агрегата на установке приведены на рис. 3, 4. Два насоса НДМг 600-320 эксплуатируются с 2009 г. с 3-летними межремонтными пробегами без замечаний.

В энергетических блоках ТЭС и АЭС, а также насосных станциях магистральных нефтепродуктопроводов компоновки насосных агрегатов также давно определились. Например, для 2, 3 или 4 работающих агрегатов — одна маслоустановка с рабочим и резервным маслонасосами (центробежными, шестеренными, винтовыми или вихревыми), основным заглубленным баком и верхним аварийным, выносными теплообменниками различных конструкций, фильтрами, арматурой, КИП и пр. Надежность работы таких маслосистем отработана десятилетиями, но размещение их оборудования требует значительных площадей в плане.

ООО «СМЗ» вошло в нефтепереработку со своими предложениями как по замене проблемных насосов на действующих объектах, так и по оснащению новых установок по типовым проектам, где площадей для размещения упомянутых маслосистем практически нет. Поэтому одним из технических решений было создание компактных маслоустановок — индивидуальных для каждого насосного агрегата. Такое решение было реализовано в насосных агрегатах АНМг 600-320 для ОАО «Ровноазот» [4].

При создании насосного агрегата АНДМс 350-600 ($N_э = 600$ кВт) для установки производства водорода в НПЗ ОАО «Новыйл» (г. Уфа) возникла другая проблема. По условиям эксплуатации в помещении установки электрооборудование должно иметь исполнение по взрывозащите ExdIICT4, где подгруппа IIС соответствует самой опасной категории взрывоопасных смесей по ГОСТ Р 51330.9-99. Отсутствие в отечественной электротехнической промышленности электродвигателей для привода маслонасосов с исполнением по взрывозащите ExdIICT4 потребовало однозначного решения по конструкции маслонасоса — на свободном конце вала основного насоса НДМс 350-600. Известные аналогичные решения по размещению маслонасоса, например в крекинговых насосах КВН 55-120, КВН 55-180 (рис. 5) или сумских питательных ПЭ 270-150 ($N_э = 1600$ кВт), упрощают компоновку маслосистемы, обеспечивая надежное маслоснабжение подшипников насоса и двигателя.

В практике зарубежного и отечественного насосостроения все чаще применяются насосные агрегаты с комплектующей маслоустановкой, раз-

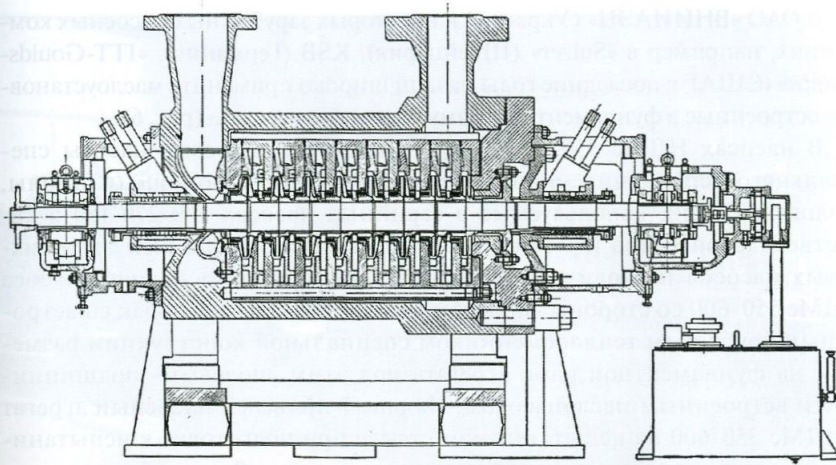


Рис. 5. Конструкция насосов типа КВН (КВН 55-120, КВН 55-180)

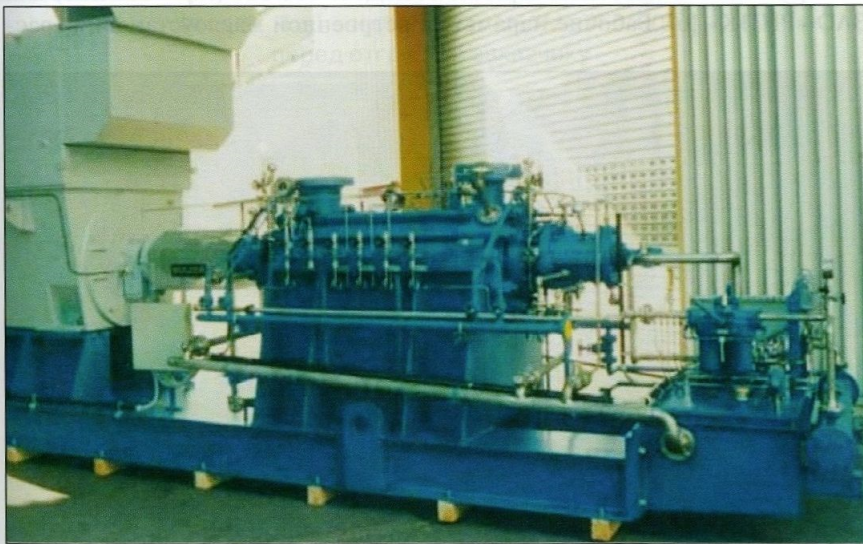


Рис. 6. Маслоустановки, встроенные в фундаментную раму насосного агрегата

мешенной на фундаментной раме агрегата. Такое решение в какой-то мере усложняет компоновку насосного агрегата, но существенно экономит производственные площади установки и упрощает работу системы.

В ОАО «ВНИИАЭН» (Украина) и некоторых зарубежных насосных компаниях, например в «Sulzer» (Швейцария), KSB (Германия), «ITT-Goulds-Pumps» (США), в последние годы начали широко применять маслоустановки, встроенные в фундаментную раму насосного агрегата (рис. 6).

В насосах НДМс 350-600 были применены вихревые насосы специального исполнения производства САО «Ливгидромаш» (г. Ливны, Орловская обл.), используемые в серийных насосах ПЭ 270-150 в качестве маслонасосов [5]. Реконструкции корпусных деталей этих вихревых насосов позволила смонтировать их на валу основного насоса НДМс 350-600 со стороны «полевого» подшипника. Маслобак со встроенным трубчатым теплообменником специальной конструкции размещен на фундаментной раме агрегата под этим «полевым» подшипником и встроенным маслонасосом. На рис. 7 приведен насосный агрегат АНДМс 350-600 на испытательном стенде при подготовке к испытанию, на рис. 8 — перед отгрузкой заказчику, а на рис. 9 — на объекте.

Аналогичные решения по конструктивному исполнению маслосистемы приняты и в насосных агрегатах АНДМг 600-320 ($N_3 = 800$ кВт) для ЗАО «РНПК» [6]. Рабочие параметры встроенной маслоустановки (рас-



Рис. 7. Насосный агрегат АНДМс 350-600 на испытательном стенде



Рис. 8. Насосный агрегат АНДМс 350-600 перед отгрузкой заказчику



Рис. 9. Насосный агрегат АНДМс 350-600 на объекте

ход масла на подшипники, давление в соответствующих точках и температура), вибродинамические характеристики насосного агрегата и другие свойства насоса обрабатывались и проверялись при испытаниях на рабочей частоте вращения со штатным двигателем $n = 3000$ об/мин, $N = 800$ кВт (рис. 10) и на половинных оборотах со стендовым двигателем (рис. 11).



Рис. 10. Испытания насосного агрегата АНДМг 600-320

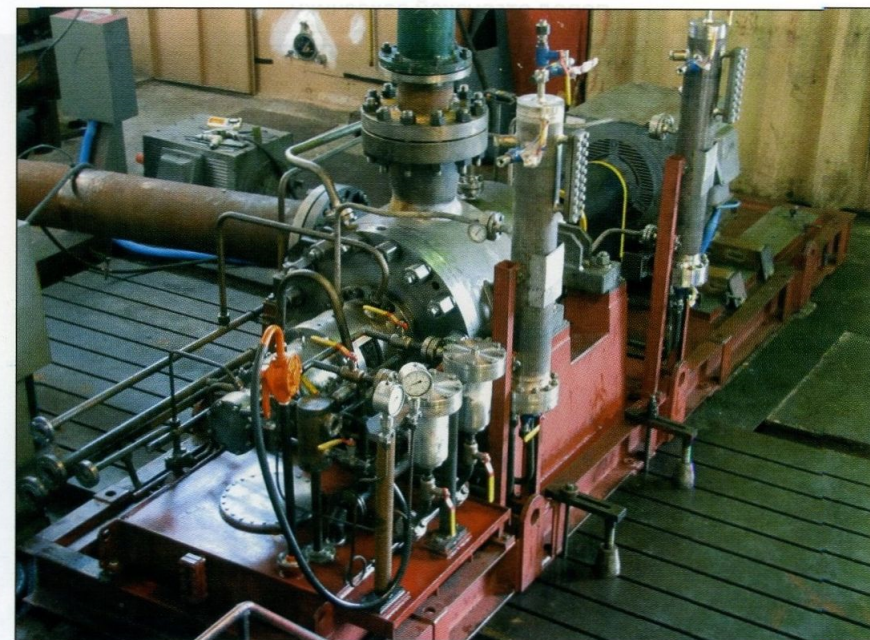


Рис. 11. Испытания насосного агрегата АНДМг 600-320

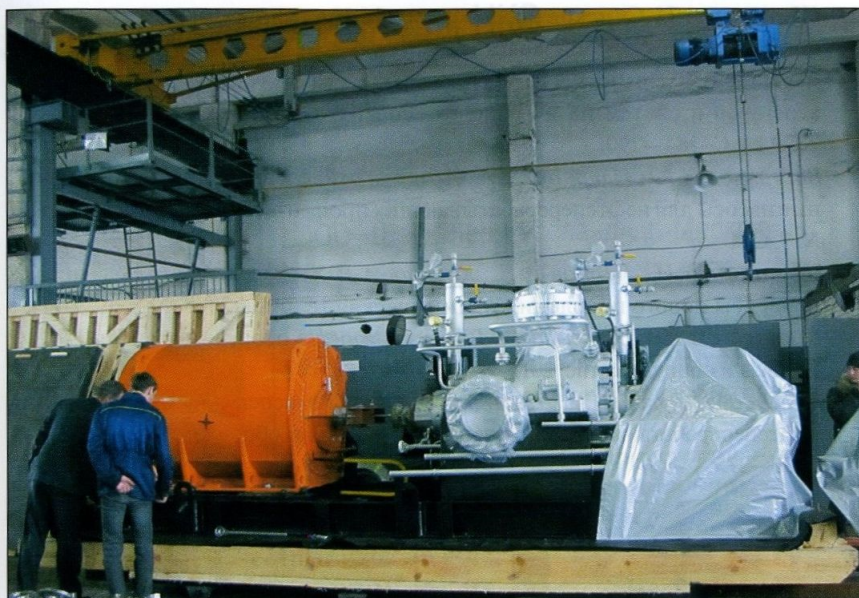


Рис. 12. Агрегат АНДМг 600-320. Упаковка и погрузочные работы

Особым, ранее не оговариваемым требованием заказчика было условие поставки на объект насосных агрегатов, полностью агрегатированных на общей раме, вплоть до КИП, датчиков, кабельных разводов и распределительных коробок. Такое требование вызвало немалые трудности при упаковке, проведении погрузочных работ и транспортировании. Например, только упаковка насосного агрегата АНДМг 600-320 при его массе ≈ 11 т весит около 2 т (рис. 12).

Положительные результаты стендовых испытаний малогабаритных маслоустановок, встроенных в фундаментную раму насосных агрегатов, а также многолетний опыт промышленной эксплуатации маслоустановок с маслонасосами на валу основного насоса позволяют уверенно рекомендовать такие конструкции для комплектации крупных нефтяных насосов нефтеперерабатывающих производств.

Литература

1. Гаврильченко Г.А., Елищ В.К. Новые насосы для нефтеперерабатывающих заводов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2002, № 8. С. 21–22.

2. Швиндин А.И. Сумское насосостроение для нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств // Матер. 5-й Междунар. науч.-техн. конф. СИИТ-09 «Разработка, производство и эксплуатация турбонасосных агрегатов и систем на их основе» (Россия, г. Воронеж, 21–25 сентября 2009 г.). С. 284–290.
3. Востриков И.Ю., Надршин К.А., Артеменко А.В. и др. Новые высоконапорные насосы для нефтеперерабатывающих производств // Хим. техника. 2007. № 7. С. 4–5.
4. Швиндин А.И., Чернов А.Е., Кошель А.Р. Химическим производствам – насосы нового поколения // Химическая техника. 2009. № 2. С. 9–11.
5. Швиндин А.И., Шевченко С.М. Новое насосное оборудование для НПЗ // Насосы и оборудование. 2012. № 1. С. 24–25.
6. Диденко Н., Руденко А., Швиндин А. Сумские насосы для ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания» // Насосы и оборудование. 2013. № 1. С. 36–37.