

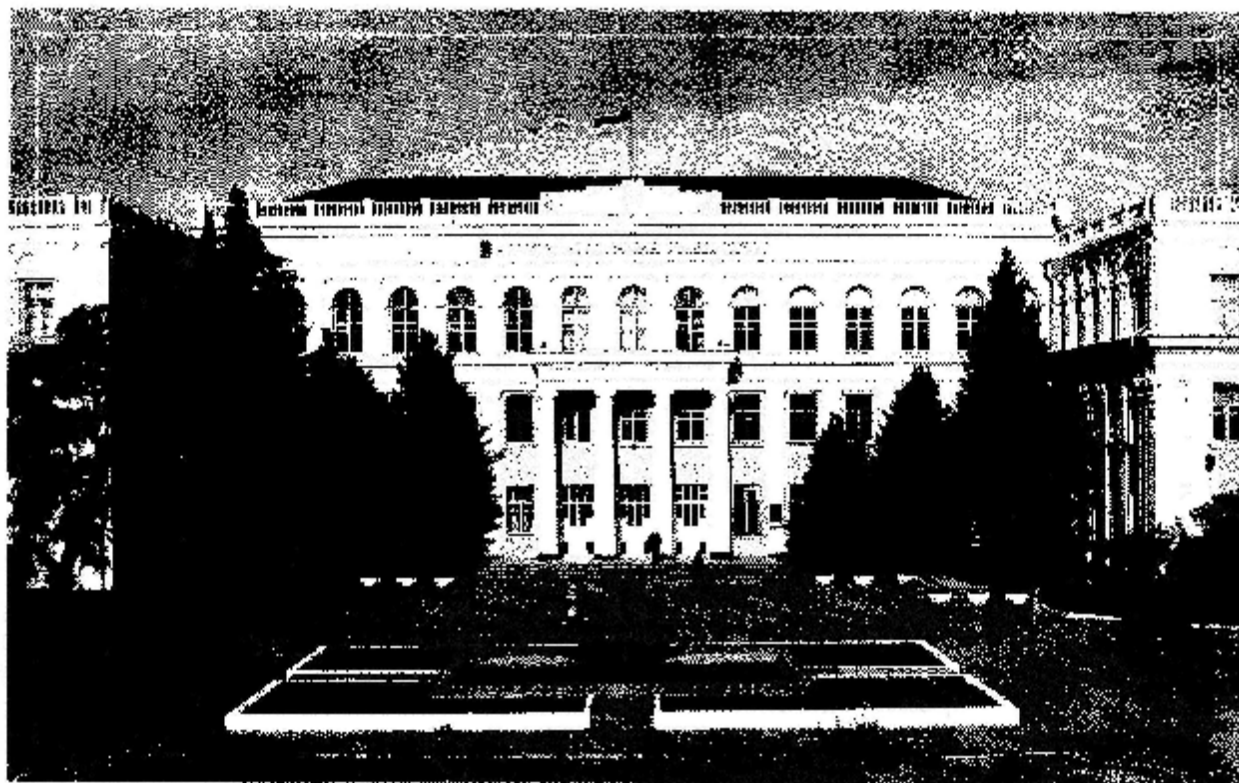
Міністерство аграрної політики України
Таврійський державний агротехнологічний
університет

ПРАЦІ
Таврійського
державного
агротехнологічного
університету



Випуск 10
Том 9

*До 75-річчя кафедри
«Мобільні енергетичні засоби»*



м. Мелітополь

Міністерство аграрної політики України



ПРАЦІ
Таврійського державного
агротехнологічного університету

Випуск 10 Том 9

Наукове фахове видання

Мелітополь – 2010 р.

УДК 621.311:631

ПЗ.8

Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. –
Виш. 10. Т. 9. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – 286 с.

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,
Протокол № 3 від 28 вересня 2010 р.

У випуску наукових праць друкуються матеріали в галузі механізації сільського господарства, енергетики та автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва за результатами доповідей вчених на XI Міжнародній науково-технічній конференції АС ПГП «Промислова гідравліка і пневматика», присвяченій 75-річчю кафедри «Мобільні енергетичні засоби» Таврійського державного агротехнологічного університету.

Редакційна колегія праць ТДАТУ:

Кюрчев В.М. – к.т.н., професор, ректор ТДАТУ (головний редактор);
Надикто В.Т. – д.т.н., професор (заст. головного редактора);
Діордієв В.Т. – к.т.н., професор, (відповідальний секретар); Дідур В.А. –
д.т.н., професор; Кушнар'єв А.С. – чл.-кор. УААН, д.т.н., професор;
Найдиш А.В. – д.т.н., професор; Овчаров В.В. – д.т.н., професор;
Панченко А.І. – д.т.н., професор; Рогач Ю.П. – к.т.н., професор;
Скляр О.Г. – к.т.н., доцент; Тарасенко В.В. – д.т.н., професор;
Яковлев В.Ф. – к.т.н., професор; Ялпачик Ф.Ю. – к.т.н., доцент.

Відповідальний за випуск – д.т.н., професор Панченко А.І.
(кафедра «Мобільні енергетичні засоби»)

Адреса редакції: ТДАТУ
Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

ISSN 2078-0877

© Таврійський державний
агротехнологічний університет, 2010.

ЗМІСТ

<i>Лурье З.Я., Панченко А.И., Гасюк А.И.</i> Математическая модель гидроприводного насосного агрегата для разрыва нефтяных пластов	5
<i>Сахно Ю.О., Сахно Є.Ю., Шевченко Я.В.</i> Стабілізація положення кривошипа під навантаженням в гідростатичній опорі	26
<i>Емельянова И.А., Непорожнев А.С., Гузенко С.А.</i> Определение условий минимального отскока крупного заполнителя при торкретировании (шприц-бетонировании) малогабаритным оборудованием	36
<i>Панченко А.И., Волошина А.А., Кюрчев С.В., Засядько А.И.</i> Методика определения рабочего объема гидромашин с циклоидальной формой вытеснителей	42
<i>Лурье З.Я., Андренко П.И.</i> Влияние параметров осцилляции запорно-регулирующего элемента гидрораспределителя на величину гидродинамической силы	50
<i>Бойко А.І., Очертько І.В.</i> Визначення показників надійності відновлюємих нерезервованих підсистем секцій для прямого посіву	60
<i>Панченко А.И., Кюрчев В.Н., Волошина А.А., Титов Д.С.</i> Методика определения геометрических параметров вытеснителей гидромашин планетарного типа	66
<i>Пастушенко С.І., Огієнко М.М.</i> Польові випробування лінії для виділення і доробки насіння овоче-баптанних культур	75
<i>Калихан О., Ковалшин С.</i> Корозійна тривкість металевих поверхонь сільськогосподарської техніки після різних видів струминно-абразивної обробки	82
<i>Панченко А.И., Волошина А.А., Обернихин П.В., Панченко И.А.</i> Влияние конструктивных параметров планетарных гидромашин на их выходные характеристики	89
<i>Ремарчук М.П., Овсянніков С.І.</i> Підвищення ефективності мініагротехніки на всіх стадіях життєвого циклу	97
<i>Струтинський В.Б., Федориненко Д.Ю.</i> Динамічні характеристики шпindelних вузлів на регульованих гідростатичних опорах	105
<i>Алущин А.В., Бурков П.В., Каримов В.Г., Колеватов Ю.В.</i> Моделирование динамических нагрузок гидростойки	119
<i>Мельник І.І., Савсай В.І., Барабаш Г.І., Зубко В.М.</i> Математична модель обґрунтування кількості агрегатів для виконання механізованих робіт	125

<i>Зуев А.А., Степанов П.П.</i> Тенденции развития машинно-тракторного парка Украины	130
<i>Лозня С.В., Пустовой С.А., Ясиницкий Э.П., Ясиницкая И.Э.</i> Опыт применения имитационной модели гидромеханических агрегатов при разработке цифровой САУ ГТД	135
<i>Болтянский О.В., Иванов Г.И., Стефановский О.Б.</i> Проблема додання води при згорянні моторних палив та її висвітлення в мережі Internet	145
<i>Ванеев С.М., Бережной А.С., Королев С.К.</i> Основные коэффициенты, характеризующие режим работы струйно-реактивных турбин	151
<i>Дмитрієва Т.В., Бурдейний Д.В., Грешнова Н.М.</i> Дослідження густини та в'язкості гліцеринового осаду при зміні температурного фактора	159
<i>Зуев О.О., Степанов П.П.</i> Системи безпосереднього впорскування палива у сучасних автомобільних двигунах	167
<i>Ковальов І.О., Євтушенко А.О., Яхненко С.М., Кобизький Д.С.</i> Рабочие органы грунтовых насосов – отдельный вид рабочих органов динамических насосов	171
<i>Левченко Д.А., Арсеньев В.М., Мелейчук С.С., Ванеев С.М.</i> Экспериментальные характеристики предвключенных воздушных эжекторных ступеней вакуумного агрегата	178
<i>Діордієв В.Т., Кашикар'єв А.О.</i> Методика експериментальних досліджень АСУ комплексом виробництва комбікормів	187
<i>Гусак А.Г., Иванюшин А.А., Луговая С.О., Руденко А.А., Твердохлеб И.Б.</i> Перспективы использования магистральных насосов с направляющими аппаратами	194
<i>Фучаджи Н.О., Побігун А.М.</i> Моделювання процесу подрібнення зерна	201
<i>Гульий А.Н., Поклад А.А.</i> Повышение эффективности насосного оборудования за счет применения эжекторов в качестве предвключенных насосов для высокооборотных насосных агрегатов	205
<i>Стефановский А.Б., Болтянский О.В.</i> О целесообразности улучшения показателей двигателя с искровым зажиганием путем регулирования состава горючей смеси	213
<i>Сотник М.І., Ганич Л.В.</i> Про досвід застосування предметно-орієнтованого моделювання роботи гідравлічних мереж при проектуванні напірних каналізаційних колекторів	219
<i>Степаненко Д.С., Проскурня Т.О.</i> Проблемные вопросы ограничения выбросов диоксида углерода автотранспортными средствами	229

<i>Бакарджиев Р.О., Буніна Л.М.</i> Дослідження мікромеханізму руйнування кованих сталей	237
<i>Болтянська Н.І., Болтянський О.В.</i> Методика визначення показників продуктивності зернозбирального комбайна	242
<i>Брагінець А.М., Брагінець С.М.</i> Молочне тваринництво може бути високорентабельним	249
<i>Милаєва І.І.</i> Усовершенствованиє дизелей легкових и грузовых автомобилей	256
<i>Колєватов Ю.В., Сабельников В.И., Куликов Э.Н., Серьезнов А.Н.</i> Направления совершенствования приводов систем нагружения ластательных аппаратов при испытаниях в лабораториях прочности	260
<i>Холод И.М., Холод А.П.</i> Двигатель внутреннего сгорания, работающий на водороде	266
<i>Іванов О.М.</i> Гідравлічна корекція моменту подачі палива та її вплив на якісні показники процесу впорскування	274

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.

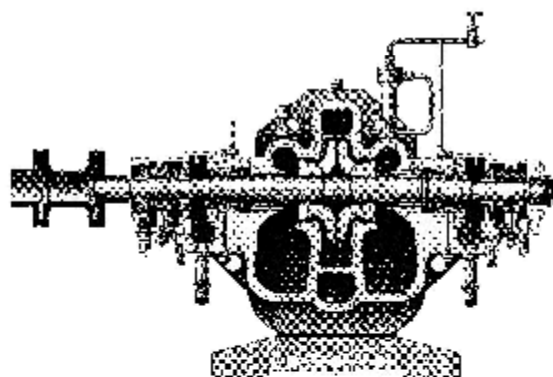


Рисунок 1 – Конструктивная схема модернизированного магистрального насоса

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.

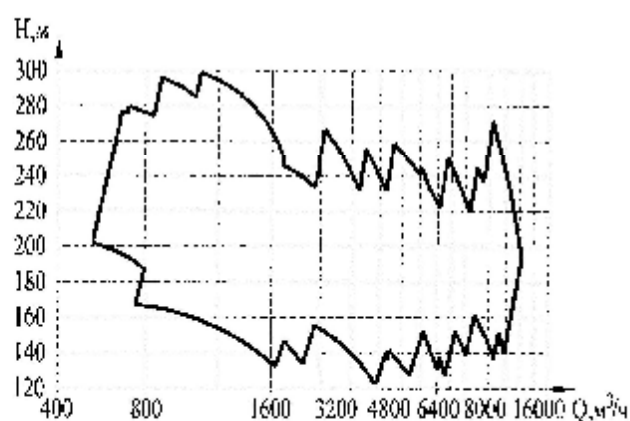


Рисунок 2 – Сводное поле насосов НМ

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 соответствующим, 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 парастает и становится 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 смешается 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 смешных 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 "Гидромансервис" - выиграла тендер и заключила с ОАО "АК "Транснефть" контракт на разработку и поставку 28 магистральных насосных агрегатов АИМ 7000-250-3-1М 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.

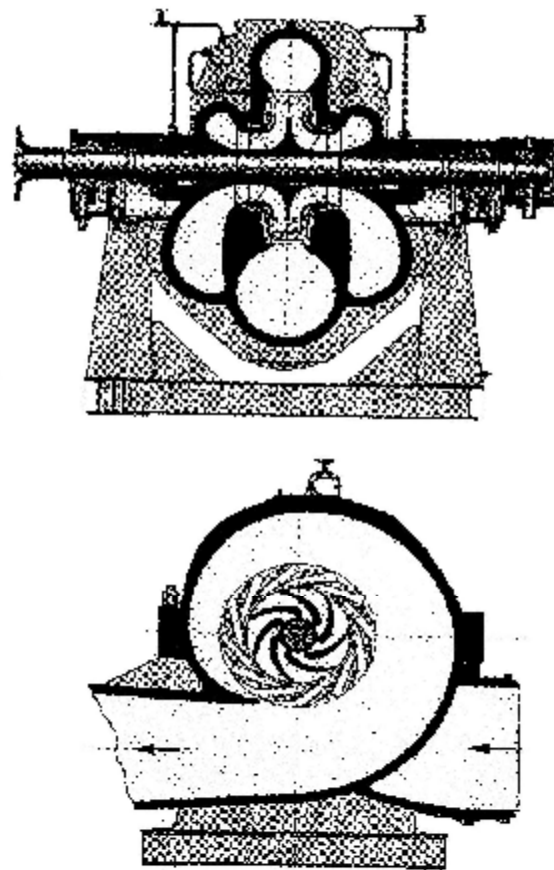


Рисунок 3 – Конструктивна схема насоса НМ 10000-380-2

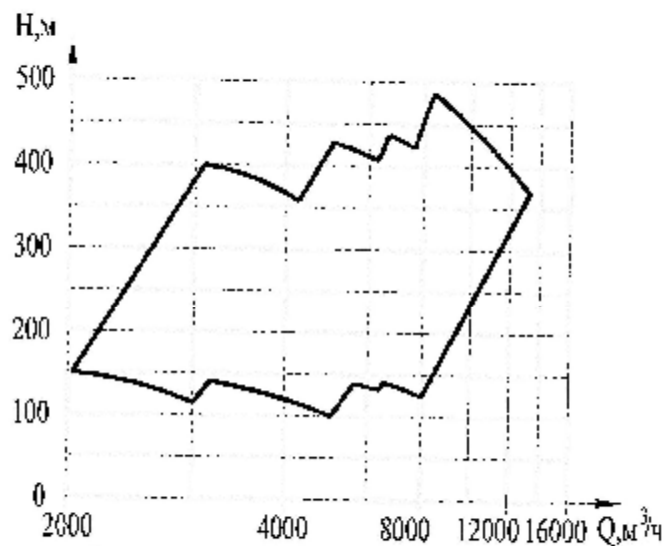


Рисунок 4 – Сводное поле насоса НМ 10000-380-2

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

кінетическої енергії потоку в потенціальну розділяються на дві часті. Основна частина кінетическої енергії потоку преобразується в направляючому апараті, а залишася частина в спіральному отводі. Так же направляючий апарат представляє собою додаткове опір в проточній часті. Незважаючи на все вище сказане застосування комбінованого отводу дозволяє сміцати оптимальну подачу в необхідну точку первоначальних етапів розвитку нафтопровода.

Даний універсальний підхід поєднує в собі отримання максимально можливої економічності насоса на всіх стадіях експлуатації нафтопровода.

Слід сказати, що нові насоси можуть бути декілька дорожче порівняно з існуючими насосами серії НМ. Удорожання насоса пов'язано з необхідністю установки направляючого апарату. Але якщо взяти до уваги що більшу частину експлуатаційних витрат становить енергопотреблення, то економія електроенергії дозволить компенсувати різницю в вартості за декілька лет експлуатації і подальша робота насоса буде пунктом порівняльної економії.

Висновки. Аналіз, проведений в статті, показує наступне:

1. В даний час при будівництві ВСТО-2, а в подальшому і на інших об'єктах існує потреба в магістральних насосах, які б максимально відповідали світовому рівню по надійності, довговічності, економічності і були конкурентоспроможними пропонуваними зарубіжними фірмами насосам.

2. Існуюча конструкція двохзавіткового спірального отводу насоса не може забезпечити високий рівень к.п.д. в широкому інтервалі подач, тому необхідно застосування комбінованого отводу складеного з направляючого апарату і двохзавіткової спіралі.

3. Перспективним виглядає створення типорозмерного ряду насосів НМ з комбінованими отводами, які б могли замінити існуючі насоси серії НМ.

4. При створенні типорозмерного ряду, є актуальним питання проведення аналізу по оптимізації мінімальних габаритів з збереженням максимальної економічності проточної часті насоса.

Література

1. Сайт Роснефті. [Електронний ресурс], – Режим доступу : <http://www.mirnefti.ru>.
2. Насоси центробіжні нафтяні для магістральних трубопроводів. Типи і основні параметри. ГОСТ 12124-87. – М.: Госстандарт СРСР 1987. – 7 с. – (Державний стандарт СРСР)

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 нафтоперскачуючих 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 HM type volute casing pumps and HM type pumps with combined outlet hydraulic passages, which have become in demand at the crude-oil pumping stations under construction.