

АЛЬМАНАХ
К ЮБИЛЕЮ
Особого Конструкторского Бюро
Бесштанговых Насосов

1950-2020



Москва / Пермь



М. О. ПЕРЕЛЬМАН

Генеральный директор
АО «Новомет-Пермь»

Уважаемые коллеги!

**От коллектива группы компаний «Новомет»
и от себя лично сердечно поздравляю вас
с 70-летием со дня образования
ОКБ БН Коннас!**

Трудно переоценить вклад ОКБ БН в развитие российского нефтяного машиностроения, в интенсификацию нефтедобычи. Во многом благодаря опыту и профессиональным качествам сотрудников особого конструкторского бюро, как в советские годы, так и в новейший период истории, российские технологии не только не отставали от мировых аналогов, но по ряду параметров их даже превосходили.

В 2009 году ваше конструкторское бюро органично «влилось» в состав «Новомета». Это было очень правильное и взвешенное решение, а синергетический эффект от объединения дал мощный импульс развитию как конструкторскому бюро, так и компании в целом.

Мы гордимся, что в составе нашей большой международной корпорации работает дружный и квалифицированный коллектив ОКБ БН Коннас!

Позвольте выразить вам искреннюю благодарность за профессионализм и ответственное отношение к делу!

От всей души желаю финансовой стабильности, успехов, крепкого здоровья, счастья и хорошего настроения!



Е. В. ПОШВИН

Вице-президент по РФ и СНГ
АО «Новомет-Пермь»

Уважаемые коллеги! Друзья!

Сегодня «Новомет» – флагман инновационных технологий в нефтяном машиностроении. Наше устойчивое продвижение на зарубежных рынках, освоение новых ниш, расширение продуктовой линейки и диверсификация производства – все это проявление верной стратегии и результат работы профессиональной команды.

ОКБ БН всегда играл одну из ведущих ролей при разработке, испытаниях, внедрении новых, перспективных технологий. Эту миссию вы с честью выполняете и сегодня! В качестве передового испытательного полигона «Новомета» площадка Коннаса позволяет решать самые сложные и нестандартные задачи.

Убежден, у нас есть все возможности для реализации и воплощения инновационных и самых передовых идей конструкторской мысли. Дерзайте, коллеги!

Мы ждем от вас прорывных предложений, потому что знаем, на что способен Коннас, и потому что верим в вас!

С юбилеем!

Пусть открываются новые страницы в истории ОКБ БН!

Здоровья, бодрости и сил!



Д. Н. МАРТЮШЕВ

Директор департамента
инновационных разработок
АО «Новомет-Пермь»

Уважаемые коллеги! С юбилеем!

**С большим и долгожданным праздником,
имя которому – 70-летие ОКБ БН!**

Без преувеличения можно сказать, что история создания отечественного нефтепромыслового оборудования – это ваша история. Ваши коллеги стояли у истоков, начинали практически с нуля в тяжелое послевоенное время. И – сделали невозможное, была решена сложнейшая задача быстрого повышения добычи нефти в разрушенной войной стране. Стоит отметить, что в советские годы ОКБ БН был единственным центром по разработке УЭЦН на всю страну.

И сегодня ОКБ находится на передовом рубеже технической мысли, вот лишь некоторые из ключевых тем и разработок:

Секционные вентильные двигатели с мощностью до 1,2 и 2 мВт для геотермальной энергетики, секционные вентильные электродвигатели для установок на грузонесущем кабеле, новые ступени центробежных насосов, в том числе – в габаритах 2, 10, 12. Они не имеют аналогов в мире.

Я уверен, никаким пандемиям и кризисам не остановить поступательное движение конструкторской мысли, прогрессивные идеи и инновационные решения будут побеждать и воплощаться в жизнь.

С праздником, коллеги!

Спасибо за ваш самоотверженный труд и самоотдачу! Пусть в ваших семьях царят любовь и благополучие, а над головами всегда будет мирное небо!



О. А. ТОЛСТОГУЗОВ

Генеральный директор
ОАО «ОКБ БН Коннас»

Дорогие ОКБевцы! Уважаемые коллеги!

В этом альманахе вы увидите путь нашего ОКБ с 1950 года и по сегодняшний день, путь, который начался с послевоенного восстановления нашего государства и прошел через бурное развитие, застойные времена и лихие девяностые. В составе группы компаний «Новомет» ОКБ БН вышел на новый этап развития и достойно вносит свой вклад в создание и совершенствование новых продуктов компании.

От всей души хочу поздравить вас с 70-летием нашего предприятия, особенно – ветеранов ОКБ, которые пронесли в себе через десятилетия новаторский дух Особого конструкторского бюро бесштанговых насосов. Придя на предприятие совсем юными, они сегодня передают опыт молодому поколению.

Желаю нашему предприятию процветания, а вам здоровья и благополучия!

С юбилеем, друзья!

ОКБ БН Коннас – 70. Ключевые даты

27 сентября 1950 года

- Издан приказ министра нефтяной промышленности Н. К. Байбакова «Об организации производства бесштанговых насосов и о внедрении их в нефтяную промышленность».
- Создано особое конструкторское бюро по бесштанговым насосам (ОКБ БН) под руководством Александра Антоновича Богданова.

20 марта 1951 года

В ОКБ БН в рекордные сроки создана первая отечественная установка УЭЦН с насосом ЭН-700-300. Установка спущена в скважину объединения «Грознефть».

1950-е годы

Разработана «ручная» методика подбора — с графиками, номограммами.

1954 год

- В конструкцию насоса вносятся существенные улучшения: разработка новых схем гидрозащиты; усовершенствование сальника насоса применением комбинированного сальника, в котором наряду со свинцово-графитовыми кольцами установлены резиновые манжеты с браслетными пружинами; повышение работоспособности подшипникового узла насоса путём замены подшипников качения подшипниками скольжения.
- Разработка и применение впервые в мире газосепаратора.

- Разработка и адаптация всех узлов установки.
- Решение проблем износостойкости для жидкостей с мехпримесями.
- Первичное решение проблем подбора установок к скважинам.
- Решение проблем периодической эксплуатации.
- Освоение производства и внедрение УЭЦН.

1959 год

- Разработаны УЦН для добычи нефти обычного и износостойкого исполнения.
- Наряду с другими молодыми советскими инженерами в ОКБ БН приходит Шарифжан Агеев. Он посвятит Коннасу всю свою жизнь. Талантливый изобретатель и грамотный инженер, неутомимый исследователь, Шарифжан Рахимович — обладатель многих наград, в том числе звания лауреата премии Правительства РФ в области науки и техники.

1960 год

Начались промышленные испытания первых отечественных агрегатов для осушения шахт и карьеров.

1960-е годы

- Начался выпуск винтовых насосов сдвоенной конструкции с усовершенствованной резиной для добычи высоковязкой нефти.

- В ОКБ БН разработаны различные типоразмеры насосов для ППД.
- Созданы гидрозащиты типа ГД и Г, предназначенные для работы с различными конструкциями насосов.

1965–1967-е годы

- Модернизирован весь ряд установок обычного УЭЦН и износостойкого УЭЦНИ для повышения КПД.
- Разработаны пакеры и высоконадёжные ЭЦН с гидрозащитой.

1970–1990-е годы

- Разработана установка УЭЦН5-100 с насосом из нирезиста.
- Разработаны различные агрегаты для спуска и подъёма непрерывных труб.

1980-е годы

Разработана конструкция модульных центробежных насосов.

1990-е годы

- В сложные годы у руля предприятия встаёт Фархад Теймурович Мирзоев. Благодаря ему в 1990-е Коннас выполнил своё предназначение и сохранил имеющийся научно-исследовательский потенциал.
- По заказу компании Grundfos разработаны проточные части ступеней погружных насосов для водоподъёма.

1995 год — настоящее время

- В 1995 г. разработаны УЭЦН и газосепаратор 4-го габарита.
- Разработаны более 70 типоразмеров ступеней, предназначенных для насосов ЭЦН 10 диаметральных габаритов.

1996 год

Разработана установка 3-го габарита.

2009 год

- ОКБ БН вошло в группу компаний «Новомет». Начались инвестиции в стендовую базу ОКБ.
- Проведены испытания наземных насосов для перекачки газоконденсата.

2010-е годы

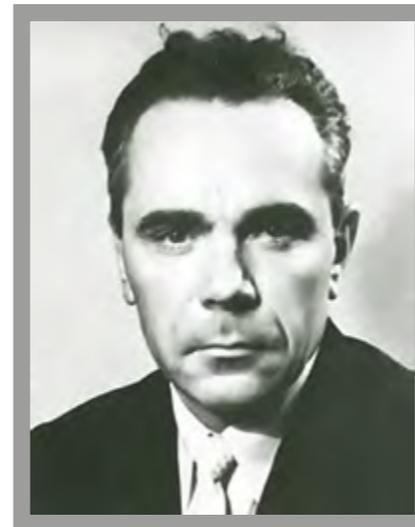
- Участие в разработке погружных вентильных электродвигателей.
- Создан вентильный односекционный электродвигатель. Усовершенствована программа подбора оборудования NovometSel-Pro.
- Введены в эксплуатацию стенды в четвертом строении ИСЦ, гидравлической лаборатории ОПГ, отремонтированы помещения ОКБ БН: конференц-зал, столовая и т. д.

2013 год

Введен в эксплуатацию многофункциональный стендовый комплекс, предприятие может проводить испытания установок ОРЭ, термостойких УЭЦН до 250°C, испытания на газожидкостной смеси.

2014–2020-е г.

Продолжается модернизация и оснащение стендов Многофункционального стендового комплекса МСК. Проводятся испытания пакеров и установок сверхмалого габарита на кабель-канате. Действует международный центр обучения для повышения квалификации полевых инженеров компании.



Богданов А. А.

Во главе особого бюро

Выдающийся инженер и организатор Александр Антонович Богданов родился 10 апреля 1912 года. Окончив в 1937 году институт, начал свою трудовую деятельность на Харьковском электромеханическом заводе (ХЭМЗ).

В годы войны А. А. Богданов переводится на работы по выпуску оборонных нефтепродуктов и боеприпасов для нужд фронта.

После войны Александр Антонович в составе советской делегации посетил в США фирму РЭДА (*Russian Electrical Dynamo of Arutunoff*), которая была создана в 1927 году и возглавлялась эмигрантом из России Армаисом Арутюновым, изобретателем погружных электронасосов.

Понимая перспективность применения установок погружных центробежных насосов для резкого повышения темпов добычи нефти как главного фактора подъема экономики страны после войны, Александр Антонович приложил все силы, чтобы организовать предприятие

по разработке, исследованию и внедрению этих УЭЦН. Отправной точкой здесь можно считать его выступление на техническом совещании Министерства нефтяной промышленности СССР 20 декабря 1949 г., где он подробно изложил историю развития установок погружных насосов в США, их характеристики, эксплуатационные и экономические показатели, область применения и обслуживание. Там же освещался опыт применения установок, полученных в 1943 году по ленд-лизу, на промыслах СССР.

Приказ министра нефтяной промышленности Н. К. Байбакова «Об организации производства бесштанговых насосов и о внедрении их в нефтяную промышленность» появился почти через год – 27 сентября 1950 года. Речь в нем шла о создании Особого конструкторского

П Р И К А З

Министра Нефтяной Промышленности

27 сентября 1950г.

№ 1338

**Об организации производства глубинных бесштанговых насосов
и о внедрении их в нефтяную промышленность.**

5. Организовать в г. Москве Особое конструкторское бюро. (ОКБ) с экспериментально-производственной базой по конструированию, исследованию и внедрению глубинных бесштанговых насосов.

12. Назначить тов. Богданова А. А. начальником Особого конструкторского бюро по конструированию, исследованию и внедрению глубинных бесштанговых насосов, освободив его от работы в СКБ № 1 с 25 сентября 1950 г.

МИНИСТР НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Н. БАЙБАКОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

к приказу № 1338 от 27 сентября 1950 г.

С П И С О К

**инженерно-технических работников, подлежащих переводу на
постоянную работу в ОКБ**

1. ЧИЧЕРОВ Л. Г. — Главный инженер проекта Гипронефтемаша
2. РОСИН И. И. — Главный инженер проекта Гипронефтемаша
3. ПОМАЗКОВА З. С. — Мл. научный сотрудник Гипронефтемаша
4. КОЗАК А. С. — Ст. научный сотрудник Гипронефтемаша
5. КАЛИНИН В. М. — Гл. инженер проекта Гипронефтемаша
6. КЛИЦОВ П. А. — Ст. инженер Гипронефтемаша
7. ЗАЙЦЕВ Г. М. — Механик лаборатории Гипронефтемаша
8. ШЛИНДМАН В. М. — Главный конструктор ВНИИ
9. ЛЯПКОВ П. Д. — Ст. инженер ВНИИ
10. ГРИНШТЕЙН Н. Е. — Ст. инженер ВНИИ
11. НИКУЛИЧЕВ Е. П. — Ст. инженер ВНИИ
12. ПОКЛОНОВ И. С. — Инженер ВНИИ
13. ФРОЛОВ В. И. — Лаборант ВНИИ
14. ВАСИН В. И. — Лаборант ВНИИ
15. САЛТЫКОВ Д. А. — Ст. инженер ВНИИ (сроком с 30/IX по 30/X-1950 г.)
16. ИВАНКОВ П. А. — Нач. электротехнической лаборатории Азнимаша

Приказ о создании
ОКБ БН



Первый коллектив
ОКБ БН

бюро по бесштанговым насосам (ОКБ БН). Согласно приказу начальником ОКБ БН был назначен А. А. Богданов.

К этому времени были открыты новые нефтяные месторождения в Татарии, Башкирии, Поволжье. Для осуществления планов по повышению добычи нефти в стране требовалось адекватное высокопроизводительное погружное оборудование.

Началась кропотливая работа по выбору необходимого ряда подач насосов, их габаритных размеров, оптимальной геометрии деталей и узлов. Проводились теоретические и экспериментальные исследования, разрабатывались методы гидродинамических, электрических, тепловых, прочностных расчетов всех элементов установки. В создании и развитии УЭЦН огромную работу выпол-

нила первая плеяда работников ОКБ БН, приглашенная А. А. Богдановым, в числе которых были Л. Г. Чичеров, С. И. Арсеньев-Образцов, П. Д. Ляпков и другие энтузиасты своего дела.

Благодаря их самоотверженной работе первая отечественная установка УЭЦН с насосом ЭН-700-300 (номинальная подача 700 м³/сутки, напор 300 м), созданная ОКБ БН в рекордно короткие сроки, была спущена 20 марта 1951 г. в скважину № 18/11 треста «Октябрьскнефть» объединения «Грознефть».

С учетом специфических условий эксплуатации в разных районах России для успешного внедрения новых установок были созданы службы ОКБ БН непосредственно на промыслах.

Поисковые, опытно-конструкторские, экспериментальные и промышленные работы по установкам погружных лопастных насосов для добычи нефти под руководством А. А. Богданова велись непрерывно со дня образования ОКБ БН. Так, для повышения их надежности важно было не только усовершенствовать конструкцию, но и иметь надежное средство для подбора установок к скважинам.

Уже в 50-е годы была разработана «ручная» методика подбора – с графиками, номограммами (Ляпков П. Д.). В 70-е годы в ОКБ БН появилась программа подбора на ЭВМ «Наири» (Богданов А. А., Розанцев В. Р., Холодняк А. Ю.). Ей на смену в конце 1980-х пришла универсальная методика подбора, в основе которой лежит адаптационная модель «пласт – УЭЦН – лифт». Впоследствии была создана программа NovometSel-Pro, основополагающими в ней являются массивы статистических и экспериментальных данных, собранных и обработанных в ОКБ БН. Используя адаптационную систему, программа позволяет к конкретным скважинным условиям подбирать установку с рациональной конструкцией конического или цилиндрического серийного насоса. Она способна определять многие параметры, от которых зависит наработка установки: прогиб при спуске и в месте подвески, температуру двигателя и кабеля, коэффициент продуктивности скважины, структуру ГЖС, обтекающую установку и т. д.

Руководство ОКБ БН к тематике работ подходило «по государственному».



Монтаж погружного насоса в скважину

Кроме разработок, исследований и внедрения установок погружных лопастных насосов для добычи нефти ОКБ БН постоянно занималось разработками и внедрением установок насосов и агрегатов для водоподъема, для поддержания пластового давления, агрегатов для спуска и подъема непрерывных труб, для добычи йодобромных вод, а также электронасосов для охлаждения трансформаторов (ЭЦТ), для обогащения урана. За предложение технической схемы забора и подачи воды в нефтяные пласты для поддержания пластового давления путем создания подземных насосных станций А. А. Богданов совместно с нефтяниками

В. Ю. Филановским и В. П. Максимовым получил премию им. И. М. Губкина.

При активной технической поддержке ОКБ БН, возглавляемого Александром Антоновичем, в СССР была создана самая могучая в мире индустрия производства установок погружных насосов. Пять заводов выпускали насосы, три завода – погружные двигатели и гидрозащиту, пять заводов – погружной кабель, пять заводов – станции управления и трансформаторы. Всего по тематике ОКБ БН работало около 30 предприятий.

Цифры говорят сами за себя: в 1950 году (до образования ОКБ БН) наша страна добывала 40 млн т нефти в год. В 1980–1990 гг. страна ежегодно добывала по 500 млн т нефти в год. В 2010 г. в РФ добыто 500 млн т нефти, из них 75% – с использованием УЭЦН. И это благодаря применению установок погружных насосов, разработанных ОКБ БН под руководством Александра Антоновича.

Необходимо особо отметить, что он не только был руководителем ОКБ БН, но и принимал непосредственное участие во всем творческом процессе при решении технических и технологических проблем. Крупный инженер-исследователь, автор 36 изобретений и 27 патентов США, ФРГ, Англии, Франции и других стран. Его перу принадлежат более 50 печатных научно-технических публикаций, книг, справочников, сборников и статей, которые сегодня служат значительным теоретическим и практическим материалом в сфере нефтепогружного оборудования.



Следует из этих публикаций отметить две книги-монографии А. А. Богданова: «Погружные центробежные электронасосы», изд. 1957 г., «Погружные центробежные электронасосы для добычи нефти (расчет и конструкция)», изд. 1968 г., которые несколько десятилетий являлись настольной книгой нефтяников и специалистов по УЭЦНам.

Являясь крупным специалистом в области техники и технологии нефтедобычи, А. А. Богданов был членом секции «Новые методы добычи нефти» научного совета ГК СМ СССР по науке и технике



и секции нефти и газа научно-технического совета Миннефтепрома.

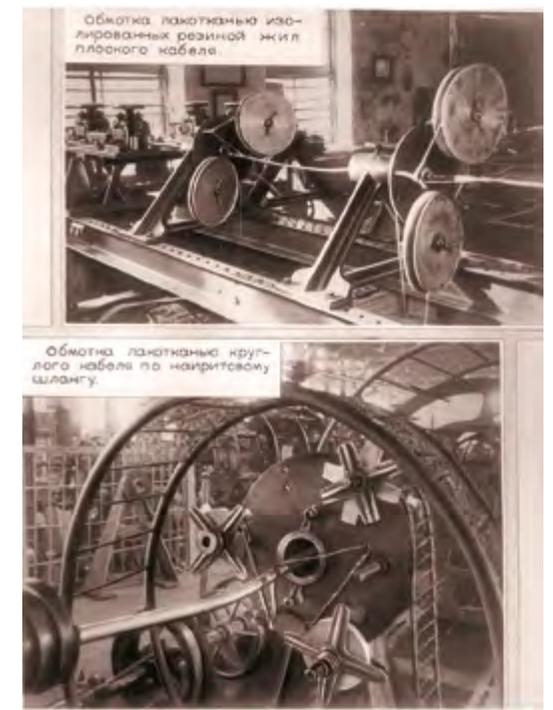
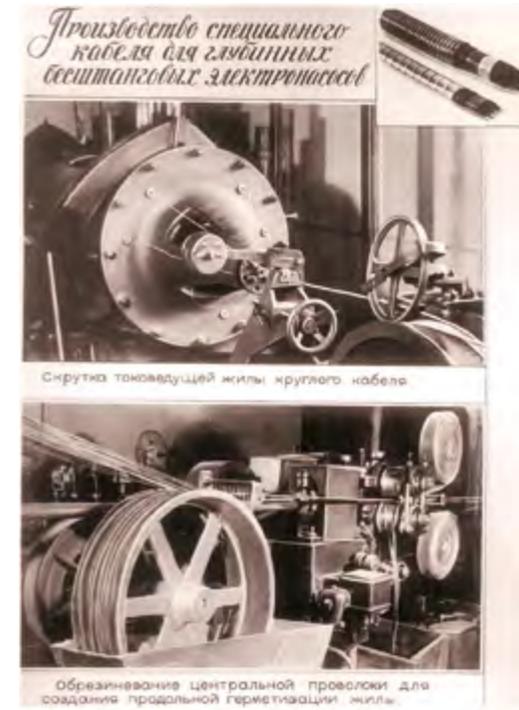
Под его непосредственным руководством в ОКБ БН сложился особый стиль инженерной и научной деятельности: творческая активность и производственная дисциплина, неразрывная связь конструкторской, исследовательской и внедренческой работы.

Многолетний плодотворный труд А. А. Богданова был отмечен высокими правительственными наградами: орденом Трудового Красного Знамени, орденом «Знак Почета» и медалями. Он был

также удостоен званий «Заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности» и «Почетный нефтяник».

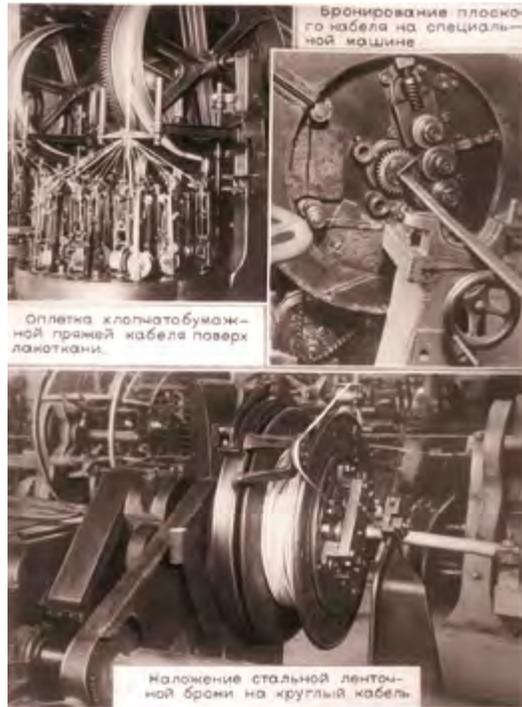
В преддверии столетнего юбилея Александра Антоновича следует отметить, что ОКБ БН, которое он основал и возглавлял в течение 27 лет, продолжает свои лучшие традиции по совершенствованию и повышению технического уровня, эффективности установок погружных лопастных насосов для добычи нефти.

Многое из того, что было заложено в этой организации, продолжается совместно с компанией «Новомет», например:



- Разработка новых ступеней лопастных насосов 11 диаметральных габаритов, технический уровень которых соответствует мировому, а по некоторым типоразмерам превосходит его. Чтобы повысить оперативность работ в ОКБ БН, была приобретена установка прямого лазерного спекания для быстрого прототипирования макетных образцов ступеней.
- Разработка вентильных электродвигателей, обладающих существенными преимуществами по сравнению с серийно выпускаемыми асинхронными двигателями.

- Переоснащение исследовательских лабораторий и стендов-скважин современным оборудованием и приборами, что позволяет испытывать и исследовать всевозможные конструкции установок погружных насосов наружного диаметра до 16-го габарита с диапазоном подач от 10 до 10000 м³/сут. На них возможно проведение различных испытаний по заказам предприятий. Только за последние пять лет было проведено множество испытаний для более 10 нефтяных и сервисных компаний, включая зарубежные.



В ОКБ БН опытно-конструкторские работы по технике добычи нефти всегда сопровождались исследованиями в области технологии добычи. Следуя этой стратегии, создается комплексная лаборатория по глубокому исследованию проблем, связанных с осложнениями при эксплуатации установок погружных динамических и объемных насосов. Для этого в настоящее время совместно с РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина в ОКБ БН при финансовой поддержке государства проведены работы по монтажу и обустройству стендов для отработки рабочего процесса при:

- одновременно-раздельной эксплуатации двух и более пластов;
- работе на газожидкостных смесях при условиях, приближенных к реальным;
- работе на повышенных до 250°C температурах.

Проводятся работы также по созданию новых стендов:

- для оценки влияния асфальто-смолопарафиновых отложений на работу ЭЦН;
- для оценки влияния солеотложений на работу ЭЦН;
- для исследований установок вибро-сейсмического воздействия на пласт;
- для исследований пенообразующих свойств нефтей и модельных жидкостей.

Таким образом, традиции модернизации, заложенные основателем, получают в настоящее время глубокое и всестороннее продолжение, и хочется поклониться его памяти и выразить искренние слова признательности за все, что сделано этим человеком.



Насос, который работает вверх ногами

Российский изобретатель электроцентробежных насосов Армаиз Саркисович Арутюнов родился в 1893 году в Тифлисе, там же вырос. Учился в Тифлисской русской гимназии. Отец его был владельцем «Мыловаренного завода Арутюнова», выпускавшего марморное мыло. Дед Армаиса торговал мехами.

Высшее образование юноша получил в Санкт-Петербурге в Лесотехническом институте, окончив его досрочно за три года. Его специальностью становится электротехника.

В 1911 году Арутюнов основывает свою первую фирму – «Российское Электрическое Динамо Компании Арутюнова».

Амбиции юного гения

Мечта молодого Армаиса – применить электричество в бурении скважин и нефтедобыче, усовершенствовав устаревшие методы, которые были в эксплуатации в начале 1900 гг. в России. Для этого, по его мнению, был необходим небольшой, но мощный электродвигатель. Ограничения, связанные с размерами, требовали, чтобы двигатель был сравнительно небольшим в диаметре. Тогда считалось, что двигатель малого диаметра обязательно будет маломощным и, соответственно, не подходящим для работы в скважинах.

Однако Арутюнов нашёл, как построить высокомоощный двигатель с чрезвычайно малым диаметром. Чтобы развивать достаточную мощность, необходимо, чтобы двигатель работал на высоких скоростях. В его конструкции двигатель был уста-

новлен ниже насоса для охлаждения его в потоке движущейся вверх нефти.

Параллельно с разработкой погружного двигателя Арутюнов переделывает уже существующий центробежный насос, размещая направляющий аппарат ступени не вне рабочего колеса, а за ним. Таким образом, диаметр рабочего колеса увеличился и напор ступени возрос, что привело к повышению производительности насоса.

Оба изобретения были объединены конструктором в единой схеме.

Прощай, Россия!

Первое испытание насоса получилось нештатным – он был применён для тушения пожара на территории сталелитейного завода в Екатеринославе, где разме-

щались мастерская Артююнова. Несмотря на то что насосу пришлось работать в горизонтальном положении и на поверхности, он смог перекачать большие объёмы воды, которой потушили пожар.

Разработка двигателя была закончена в 1916 году, но ситуация в России была такой, что ни о каком внедрении и развитии изобретения мечтать не приходилось. Поэтому в 1923 г. Арутюнов эмигрирует в США. Поселившись в Лос-Анджелесе, попытался продать своё изобретение представителям нефтяного бизнеса, но ему было отказано со словами, что работа его двигателя противоречит всем законам электричества. Затем инженер переехал в штат Оклахома, где Александр Клайд услышал про его изобретение и решил, что такой насос будет работать. С его помощью были проведены переговоры с Phillips Petroleum Company о тестировании оборудования. Затем, в 1928 году, Арутюнов переехал в город Бартлсвилл, где основал свою первую компанию Bart Manufacturing Company.

Нефтяная сенсация

С тремя сотрудниками Армаис изготовил и установил первый насос на скважину Эль-Дорадо поблизости от города Бернс, штат Канзас. Новость об удачном его испытании вызвала немалый переполох в нефтяном сообществе. Даже газета «Нью-Йорк Таймс» отправила телеграмму изобретателю с просьбой «...выслать фотографии насоса, который работает вверх ногами».

Первоначально название REDA принадлежало немецкой компании, которую Арутюнов создал в Германии. REDA является аббревиатурой от слов Russian Electrical Dynamo of Arutunoff. В 1938 году было подсчитано, что 2 процента всей нефти, которая была выкачана на территории США, была добыта с применением насосов REDA. Компания постоянно расширялась, производя и обслуживая насосы, и в скором времени на неё работали тысячи людей.

Помощь далекой Родине

Во время Второй мировой войны США поставили в СССР 53 насоса REDA, с которых впоследствии методом «обратной инженерии» были созданы советские образцы. В 1949 году советская делегация инженеров, возглавляемая А. Богдановым, посетила компанию REDA, детально ознакомившись с её продукцией. В 1951 году советские насосы, сделанные на базе насосов Арутюнова, поступили на нефтескважины.

Технология, предложенная Армаисом Саркисовичем, быстро заняла ведущее место в нефтедобыче. Его насосы работали на сотнях тысяч скважин по всей Америке. Арутюнов продолжал изобретать и получать патенты на свои изобретения, которых всего было более 90.

Умер изобретатель в феврале 1978 года в Бартлсвилле. Его портрет находится в Зале Славы Оклахомы.



Отдел центробежных насосов, 70-е годы

Энтузиасты первых лет

Через полгода после образования ОКБ БН, в 1951 году была спущена первая отечественная установка с насосом ЭН700-300 (подача 700 м³/сут., напор 300 м), разработанная и изготовленная в ОКБ БН. Установка была спущена в скважину № 18/11 треста «Октябрь-нефть» объединения «Грознефть».

С этого момента началась непрерывная работа окбэвцев по совершенствованию конструкции погружного насоса:

- разработка новых схем гидрозащиты;
- усовершенствование сальника насоса применением комбинированного сальника, в котором наряду со свинцово-графитовыми кольцами установлены резиновые манжеты с браслетными пружинами;
- повышение работоспособности подшипникового узла насоса путем замены подшипников качения подшипниками скольжения;

- разработка и применение впервые в мире (в 1954 г.) газосепаратора;
- разработка и адаптация всех узлов установки;
- решение проблем износостойкости для жидкостей с мехпримесями;
- первичное решение проблем подбора установок к скважинам;
- решение проблем периодической эксплуатации;
- освоение производства и внедрение УЭЛН.

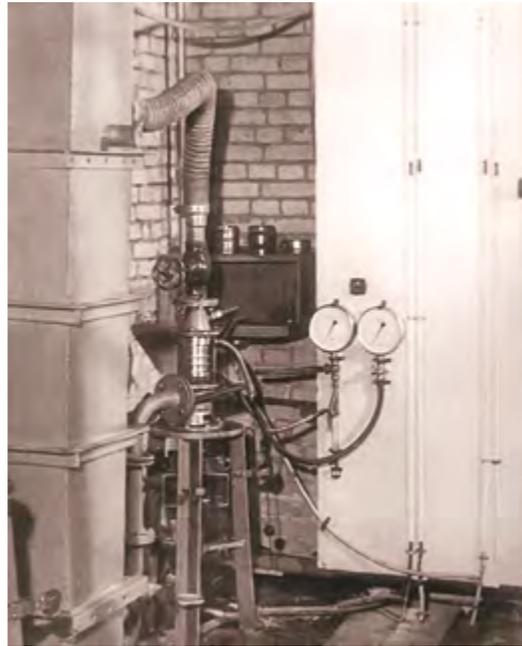
Организация работы ОКБ БН была продумана до мелочей.

Бюро состояло из конструкторско-исследовательских отделов и лабораторий, производственно-экспериментального отдела, который изготавливал экспериментальные и опытные образцы узлов и изделий в целом, а также – целой

сети отделов промысловых исследований, которые размещались на всех основных нефтяных промыслах и выполняли важные работы: проведение промысловых исследований новых разработок и обучение нефтяников корректной эксплуатации серийных УЭЛН.

Вот неполный перечень конструкторско-исследовательских подразделений:

- отдел центробежных насосов (ОЦН),
- отдел погружных электродвигателей (ОПЭД),
- отдел разработки ступеней и исследования насосов (ОРСИН),
- отдел поддержания пластового давления (ОППД),
- лаборатория винтовых насосов (ЛВН),
- отдел гидропоршневых насосов (ОГПН),
- отдел сельскохозяйственных насосов (ОСН),
- лаборатория длинномерных труб (ЛДТ),
- гидравлическая лаборатория для испытаний и исследований ступеней лопастных насосов,
- лаборатория для испытаний и исследований установок, электродвигателей и насосов,
- лаборатории пластмасс, резинотехнических изделий, насосов ЭЦН, диафрагменных и винтовых насосов, гидрозашиты, триботехники, электрических материалов и масел.



Стенд испытания ступеней погружного насоса на 6000 об/мин



Так сложилась моя жизнь

О коллегах, о своей работе в ОКБ БН вспоминает его заслуженный ветеран, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники Шарифжан Рахимович Агеев.

В конце пятидесятых я не придавал особого значения тому, куда распределится после окончания Московского института им. И. М. Губкина. Не знал – какую роль сыграет ОКБ БН в моей судьбе. Однако до настоящего времени здесь работаю и очень рад, что так сложилась моя профессиональная и творческая жизнь!

О своих коллегах могу сказать только хорошее. Большинство из них были одержимы своей работой, талантливы, добились больших успехов в этой области. И если я что-то знаю, то во многом – благодаря этому окружению.

О многих можно было бы рассказать. Например, о Ляпкове Петре Дмитриевиче или, как мы его называли, – ПД. Он первым поднял проблему свободного газа и изобрел газосепаратор, первые промысловые испытания которого были

проведены в 1954 году. ПД первым начал испытания центробежных насосов на газо-жидкостной смеси и на вязкой жидкости. Его методика пересчета параметров центробежного насоса с воды на вязкую жидкость широко используется в нефтяной практике. Он первым создал методику подбора УЭЦН к скважинам и многое другое.

В нашем отделе разработки ступеней и исследования насосов, руководимым ПД, работали вдумчивые и талантливые специалисты. Это Нина Сергеевна Карелина, Нелли Ефремовна Гринштейн, Юрий Глебович Лабинский, Эльвина Михайловна Медведева, Виктор Николаевич Филиппов, Анатолий Давидович Златкис и другие. Разработанные ими ступени – это всегда высокий технический уровень. С течением времени у каждого из них



Первый год работы в ОКБ
молодого специалиста
Шарифжана Агеева

определилось свое, наиболее сильное направление. У Нины Сергеевны – ступени для подъема воды, по исследованиям и разработкам которых она в 1967 году защитила диссертацию. У Нелли Ефремовны таким коньком стали ступени и насосы с открытыми рабочими колесами (защитила диссертацию в 1965 году). Юрий Глебович наиболее глубоко разработал рабочий процесс лопастных ступеней большого коэффициента быстроходности. Эльвина Михайловна привнесла в ОКБ БН академический, ВИГМовский подход к разработке и исследованиям ступеней. Виктор Николаевич Филиппов был высокоэрудированным специа-

листом. Под его руководством были разработаны универсальная методика и программа СПИНАКЕР для подбора УЭЦН к скважинам (защитил кандидатскую диссертацию в 1986 году). Анатолий Златкис был всеобщим любимцем и специалистом-универсалом. Его талант был проявлен, в первую очередь, в усовершенствовании технологий изготовления рабочих органов. Он был активным соавтором в разработках российского нирезиста и конструкции ступеней с наклонно-цилиндрическими лопатками.

Высокий уровень специализации всех этих товарищей проявился в выполнении в 1990–1995 гг. 8 проектов по разработке

Н. С. Карелина



Сотрудницы
отдела разработки
ступеней
(справа налево)
Н. Е. Гринштейн,
О. П. Щербинина,
Г. Е. Горькова



ступеней к насосам водоподъема для одного из лидеров мирового насосостроения – насосной компании Grundfos. Эта компания занимает 3-е место в мире по объему и номенклатуре выпускаемых насосов. Уровень КПД ступеней насосов для водоподъема, разработанных специалистами ОКБ БН, – наивысший по сравнению с имеющимися до настоящего времени. Например, разработанная ступень к насосам типа SP215 имеет КПД 86,5 %. При серийном изготовлении эта ступень имеет КПД 85 % (см. каталог компании Grundfos).

Вышеприведенные факты являются лишь отдельными штрихами возможностей этих высококлассных специалистов.

Отрадно отметить, что к этой когорте специалистов – разработчиков ступеней в настоящее время я могу отнести и Евгения Юрьевича Дружинина, пришедшего

к нам в 1992 году после окончания МЭИ. Он досконально освоил разработанный в ОКБ БН комплекс методологий по разработке ступеней, органично вписался в коллектив. Будучи по натуре аналитиком, он всегда ищет оптимальные пути решения проблем. Им уже разработаны ступени на уровне высшего мирового технического уровня. Аналогичная работа им продолжается до настоящего времени.

В 2011 г. группа, занимающаяся разработкой ступеней, пополнилась талантливым и много знающим конструктором Крючковой Марией Дмитриевной. После большого вынужденного перерыва разработкой ступеней будет заниматься и энергичная Елена Борисовна Полякова. Есть все основания ожидать от них много нового и оригинального.

Главная работа отдела прикладной гидродинамики состояла в исследовании

рабочего процесса ступеней при различных его испытаниях. Успех в этом во многом зависит от исследовательского персонала – специалистов, непосредственно проводящих исследования. Наш отдел всегда славился такими людьми: вдумчивыми, наблюдательными. Все они по долгу, а некоторые всю трудовую жизнь, проработали в ОКБ БН.

Десятки лет гидравлическую лабораторию отдела возглавлял высококвалифицированный руководитель и настоящий хозяйственник Фролов Виктор Иванович. Успехи гидравлической лаборатории обеспечивали такие квалифицированные и проницательные инженеры-лаборанты, как Чуев Николай Афанасьевич, Васин Василий Иванович, а в настоящее время всезнающий и успешный Владимир Вячеславович Виноградов.

Талантливый инженер-исследователь Вахитова Екатерина Олеговна под руководством Дружинина Е. Ю. проделала огромную работу по созданию новой программы для обработки результатов испытаний.

Можно принести искреннюю благодарность за большую помощь в разнообразной и сложной работе Московкиной Марии Пантлеевны, Калиновой Ольге Николаевне. И как не вспомнить в этой связи с благодарностью долгое время проработавших в отделе Емельянову Римму Гесселевну, Матреницкую Веру Ивановну, Щербинину Ольгу Петровну.

Хотел бы отметить одну нашу «уникальность»: Вера Ивановна Матрениц-

кая с 1968 года работала непосредственно со мной. Её работа не была стандартной, и она в ней проявляла недюжинные способности: первая освоила работу на ЭВМ «Наири» и других ЭВМ, освоила работу на аэростенде, составляла на ЭВМ «Наири» программу подбора УЭЦН к скважинам и т. д.

В 1978 г. коллектив нашего отдела вошел в состав вновь образованной структуры – отдела перспективных исследований и разработок (ОПИР). В новом коллективе было много молодых интересных специалистов, преимущественно математиков. Например, Вексельберг Виктор Феликсович, Джалаев Артур Мухсинович, Гопан Александр Иосифович, Горькова Галина Евгеньевна и другие. Своей активностью обращал на себя внимание Виктор Феликсович Вексельберг, который пришел к нам в ОКБ БН после окончания МИИТа, факультета прикладной математики. Человек энергичный, целеустремленный, весьма коммуникабельный, он участвовал во многих новых перспективных работах. Его амплуа – алгоритмизация, программирование, руководство. Поэтому он быстро вырос по должности – стал заведующим лабораторией математического обеспечения исследовательских и конструкторских работ. К большому нашему сожалению, к концу 90-х годов он перешел на предпринимательскую деятельность.

Выпускник мехмата МГУ Артур Мухсинович Джалаев до сих пор работает в ОКБ БН и занимается усовершенст-



Н. Ф. Ивановский,
начальник отдела
ОЭЦ

нием и расширением возможностей новой модернизированной программы Novomet Sel-Pro для подбора УЭЦН к скважинам, адаптируя работу программы в нефтяных месторождениях более 30 государств мира.

Особо следует отметить большой вклад Артура Мухсиновича в эту программу. При выполнении этих работ он стал высокопрофессиональным технологом по добыче нефти УЭЦНами.

Говоря о вышеприведенных проектах, разработанных для насосной компании Grundfos, следует отметить, что первые контакты с этой компанией состоялись в связи с договором между Министерством нефтяной промышленности и Grundfos

по разработке технологии и изготовлению партии ступеней сварно-штампованной конструкции к насосам для добычи нефти. От руководства ОКБ БН этот договор курировал Авхадиев Марс Галимханович, высококвалифицированный экономист, ранее долгое время проработавший во ВНИИГидромаше.

Нельзя не отметить специалистов других отделов ОКБ БН, с которыми приходилось непосредственно работать. Это – прежде всего коллеги из отдела центробежных насосов (ОЦН) – отдела № 1, занимавшиеся разработкой установок в целом и насосов. Когда я начал работать в ОКБ БН, начальником отдела ОЦН был Воронов А. Н. – человек волевой, целеустремленный, напористый. Потом его заменил Ивановский Николай Фролович – руководитель научного склада, внесший много усовершенствований в конструкции погружных центробежных насосов.

В отделе ОЦН было много специалистов – главных конструкторов проекта. Это Рыженков Александр Иванович, Дроздов Николай Александрович, Никуличев Евгений Петрович, Золотухин Борис Константинович, Уряшзон Илья Хаймович, Протас Эрнст Семенович, Орлов Евгений Александрович. Все они были специалистами высшей квалификации, весьма критичными и уверенными в себе. Главными аргументами в дискуссиях для них были незыблемые физические законы и факты, результаты испытаний, полученные по испытаниям, проведенным по обоснованной методике.

Другое подразделение ОКБ БН, с которым мне приходилось систематически контактировать, – это опытно-экспериментальный цех (ОЭЦ), в котором по нашему заказу изготавливались экспериментальные ступени, стенды, экспериментальные узлы. Этим важным цехом в разное время руководили Чернова Вера Ивановна, Ижиков Владимир Николаевич, Туманов Сергей Егорович, Бочаров Борис Алексеевич. Эти люди хорошо знали психологию рабочего человека. Несмотря на скудность станочных возможностей, могли изготовить даже невозможное и в срок. Изготовление невозможного им обеспечивали такие высококвалифицированные рабочие и высококлассные технологи, как Златкис, Альтшуллер и Зизиков. Жесткую мужскую атмосферу в цехе смягчали приветливые улыбки Асии Эмануиловны Гординой и Риммы Ивановны Бабиной. Отрадно, что ОЭЦ во главе с Виктором Петровичем Буйловым изготавливал так необходимые нам детали, без которых мы бы не смогли работать. А в настоящее время его сын, Буйлов Алексей Викторович, возглавляет лабораторию лазерного синтеза. Материально-техническую базу лаборатории обеспечивает Берцов Валерий Алексеевич – опытный специалист, прошедший школу военного производства. Лаборатория изготавливает нам образцы ступеней. А в экспериментальном цеху за станками трудятся два опытных токаря: Вербовиков Андрей Михайлович и Нарбаев Юнус Мурадович.



Б. А. Бочаров,
начальник ОЭЦ
с 1975 по 1990 гг.

ботников технического архива. Ранее технический архив возглавляли Петр Степанович Полятыкин (много сделавший для сбора технических новинок для библиотеки архива), симпатичная и деловая Тамара Дмитриевна Дулина, всегда доброжелательная Галина Георгиевна Варламова, затем наша Людмила Алексеевна Артемова. Благодаря ей технический архив ОКБ БН не понес потерь в пресловутые 90-е годы.

Новые, более совершенные приборы нам доставал отдел снабжения, в коллективе которого следует отметить Гаверова Геннадия Семеновича, Белякова Николая Ильича, Богданова Фярида. Особо

Следует отметить внешне незаметную, но очень эффективную помощь нам ра-



Работники опытно-экспериментального цеха

следует отметить педантичную и исполнительную Брик Валентину Ефимовну.

Когда не было еще компьютеров, текстовые материалы нам печатали в машбюро, где работали очаровательные девушки. Невозможно не отметить среди них Ларису Александровну Лаврову.

А потом наступила пора компьютеризации. И тут с благодарностью мы вспоминаем нашего доброго и уважаемого Юрия Ивановича Филатова, который многим помог в освоении этой техники.

Охрану труда в ОКБ БН обеспечивает всегда корректная, обязательная и всезнающая Канина Светлана Ивановна.

Атмосфера в ОКБ БН была в какой-то степени похожа на семейную. Дружно жили даже с отделами, с которыми не было прямой производственной связи, например, с бухгалтерией. Помню, в 60–70 гг. главным бухгалтером у нас был Соцевец Н. М. – человек весьма грамотный, добрый, но очень строгий. После 90-х годов у нас установился стабильный состав в бухгалтерии: Светлана Александровна Клокова, Людмила Алексеевна Поцелуева, Чурикова Оксана Владимировна – люди отзывчивые, доброжелательные, готовые всегда помочь. Интересно, что ветеран ОКБ БН Клокова Светлана Александровна работает у нас с 1975 года,



Торжественный
вечер в честь
40-летия ОКБ БН

вышла замуж за окабэвца и в настоящее время она – счастливая трижды бабушка.

Традиция семейной доброжелательности в ОКБ БН продолжается и в настоящее время. В этой связи следует отметить, что строгая, но приветливо улыбка наша начальница Гулова Ирина Анатольевна является главным организатором поздравлений сотрудников с днями рождений.

Отрадно, что творческая работа коллектива нашего отдела – отдела разработки ступеней и исследования насосов – и в настоящее время дает свои плоды.

Продолжая традиции отдела, углубляя знания по рабочему процессу ступеней, в настоящее время нам удалось поднять технический уровень ряда ступеней до наивысшего мирового, а по некоторым даже превзойти. Как показали сравнительные испытания серийных насосов и насосов с новыми ступенями, новые разработанные ступени позволяют экономить электроэнергию установок до 15 %.

Говоря об успехах сегодняшних дней, невозможно не вспомнить тяжелые 90-е годы, после которых ОКБ БН в силу различных причин могло изменить на-

правление работ. Но этого, к счастью, не произошло по двум причинам. Первая – генеральным директором ОКБ БН к этому времени стал Фархад Теймурович Мирзоев, человек твердых моральных устоев, придерживающийся принципов созидания. Вторая причина – тесное сотрудничество с быстро развивающейся пермской компанией «Новомет». А такое сотрудничество получилось благодаря руководству компании и главным образом стратегически мыслящему Олегу Михайловичу Перельману.

Далее тесное сотрудничество с «Новометом» продолжилось: ОКБ БН вошло в группу компаний «Новомета».

«Новомет», безусловно, инновационная компания, а в ОКБ БН за долгие годы работы накопилось много исследований, результаты которых могут несколько повысить инновационный уровень «Новомета».

Рассмотрим это на примере реальной возможности с начала 2000 гг. использования в погружных лопастных насосах для добычи нефти вентильных высокооборотных двигателей, имеющих более высокий КПД по сравнению с применявшимися асинхронными двигателями. Практически все российские изготовители при этой возможности начали применять эти экономичные двигатели с серийными насосами. А вот «Новомет» с ОКБ БН дополнили такой подход разработкой и применением в этих установках энергоэффективных насосов за счет использования более гидродинамически совершенных ступеней.

Применение этих энергоэффективных установок при высоких оборотах (до 6000–8500 об/мин) суммарно повышает КПД установок в 1,25–1,3 раза.

Как не отметить в этой связи дальновидность работников ОКБ БН: в 1954 г. Под руководством П. Д. Ляпкина группа специалистов во главе с Н. Е. Гринштейн провела испытания трех ступеней при различных частотах вращения – до 6000 об./мин. – полвека ранее появления высокооборотных вентильных двигателей.

Честно говоря, мне чудно повезло в жизни, что благодаря Судьбе я проработал в общей сложности 61 год в двух организациях с очень правильными, доброжелательными и честнейшими руководителями.

В конце хочется пожелать сотрудникам, коллегам, друзьям, всем российским машиностроителям нефтегазовой промышленности проявить максимум профессионализма, энергии, напрячь весь имеющийся потенциал. Умения. Желания. Чтобы покорить желаемые высоты!



Изобретатель газосепаратора

Петра Дмитриевича Ляпкова по праву называют изобретателем газосепаратора. В ОКБ БН его звали просто и уважительно – ПД.

Первые промышленные испытания газосепаратора были проведены в 1954 году. Петр Дмитриевич первым начал испытания центробежных насосов на газожидкостной смеси и на вязкой жидкости.

Он внес огромный вклад в решение задачи определения влияния вязкости перекачиваемой жидкости на работу центробежных насосов для добычи нефти. Обобщив многочисленные данные по испытаниям центробежных насосов, Петр Дмитриевич предложил свою методику пересчета рабочей характеристики с воды на вязкую жидкость, учитывающую специфику конструкции и работы ЭЦН. П. Ляпков ввел коэффициенты пересчета и создал номограмму для определения коэффициентов пересчета характеристики погружных центробежных насосов с воды на жидкость другой вязкости. Методику, анализ и выводы Ляпков изложил в статье «О влиянии вязкости жидкости на характеристику погружных центробежных насосов», основными положениями которой пользуются практически все разработчики и пользователи этого вида оборудования.

Не только лопастные насосы

Разработки различных установок погружных насосов для добычи нефти

С целью повышения эффективности добычи нефти, преодоления возможных осложнений в ОКБ БН разрабатывали, исследовали и внедряли установки не только погружных лопастных насосов, но и различных других конструкций:

- гидропоршневые насосные установки на основе зарубежных аналогов;
- установки погружных винтовых насосов по принципу Муано, разработанные впервые в мире;
- установки диафрагменных насосов для добычи нефти из малодебитных скважин с осложненными условиями (разработка на основе наземного аналога).

Гидропоршневые насосные установки на основе зарубежных аналогов (Росин И. И., Розанцев В. Р., Казак А. С., Каплан А. Р., Иванов Г. Г., Соломин В. И., Иоффе В. Н., Кармазиков В. С.)

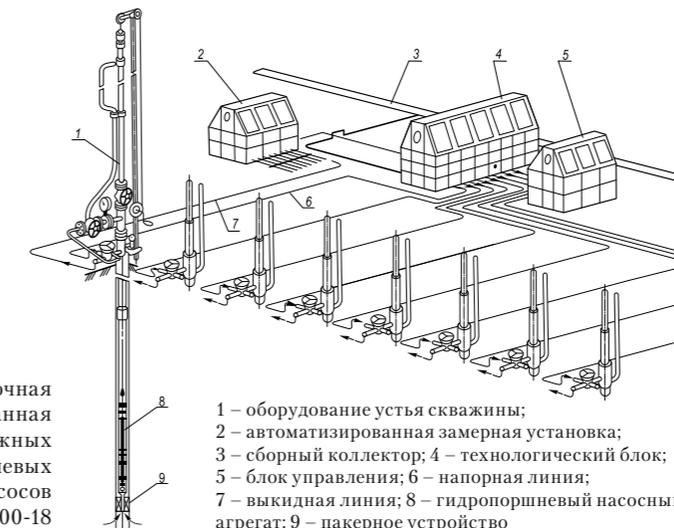
Блочные автоматизированные установки гидропоршневых насосов были предназначены для эксплуатации кустовых наклонно-направленных скважин.

Основной особенностью конструкции установки гидропоршневого насоса разработки ОКБ БН является исполнение силовой наземной станции.

Блочная автоматизированная установка гидропоршневых насосов для добычи нефти позволяет осуществлять:

- автоматический подъем погружного насоса без использования труда бригады подземного ремонта в течение 2–3 ч. с участием одного-двух операторов;
- эксплуатацию скважин любой глубины и кривизны диаметром от 114 мм и более;
- бесступенчатое регулирование подачи погружного насоса без его остановки.

Блочная автоматизированная установка погружных гидропоршневых насосов УГН100-200-18



- 1 – оборудование устья скважины; 2 – автоматизированная замерная установка; 3 – сборный коллектор; 4 – технологический блок; 5 – блок управления; 6 – напорная линия; 7 – выкидная линия; 8 – гидропоршневый насосный агрегат; 9 – пакерное устройство

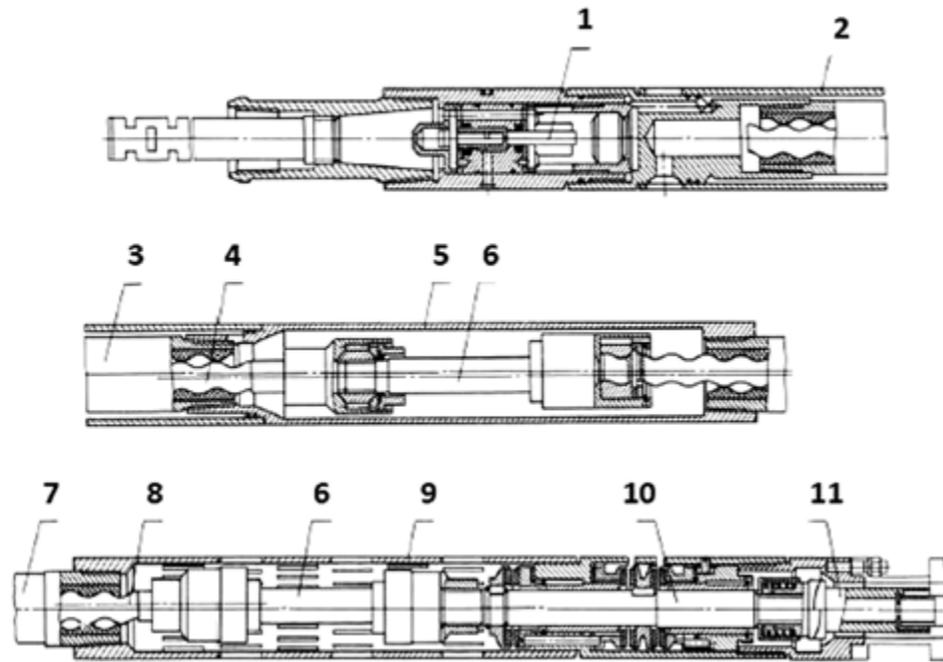
Установки погружных винтовых насосов (Ратов А. А., Ратов А. М., Балденко Д. Ф., Титарчук А. В., Пономарев В. Г.)

Погружные винтовые насосы по принципу Муано для добычи нефти с приводом от погружного электродвигателя были впервые в мире разработаны в первые годы деятельности ОКБ БН. После длительных лабораторных, стендовых и промысловых испытаний в начале 60-х годов начали выпускаться винтовые насосы сдвоенной конструкции с усовершенствованной резиной, защищенные многими отечественными и западными патентами. Установки погружных вин-

товых насосов предназначены, в первую очередь, для добычи высоковязкой нефти.

Установки диафрагменных насосов с электроприводом для добычи нефти (Говберг А. С.)

Установки погружных диафрагменных насосов предназначены для добычи нефти из малодебитных скважин с осложненными условиями. Отличительная особенность диафрагменного электронасоса – полная герметичность конструкции, при которой электропривод, рабочие органы находятся в масле, а с перекачиваемой средой контактируют только всасывающий и нагнетательный клапаны.



Винтовой погружной насос
ЭВН5-63-1500:

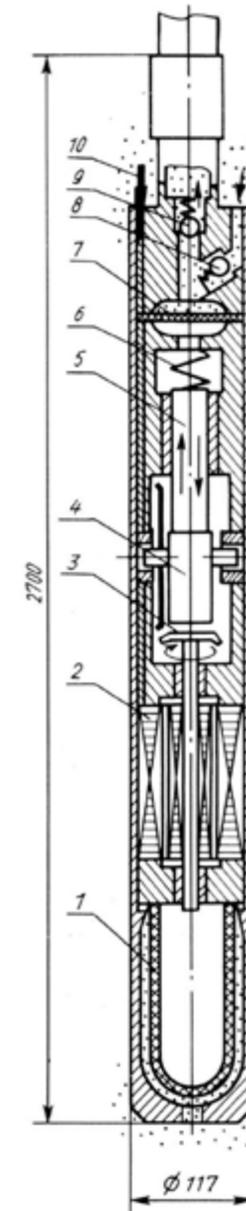
- 1 – предохранительный клапан;
- 2 – верхняя труба;
- 3 – левая обойма;
- 4 – левый винт;
- 5 – промежуточная труба;
- 6 – эксцентриковая муфта;
- 7 – правая обойма;
- 8 – правый винт;
- 9 – нижняя труба;
- 10 – основание;
- 11 – пусковая полумуфта

Установки диафрагменных насосов с гидроприводом (Ивановский Н. Ф., Говберг А. С., Мирициди И. А., Кармазинов В. С. Совместно с Ивановским В. Н., Кривенковым С. В., РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина).

ОКБ БН разрабатывала новую конструкцию гидроприводного диафрагменного насоса для эксплуатации нефтяных скважин с дебитами от 6 до 40 м³/сут. Насос – двойного действия, приводом служил 4-полюсный погружной электродвигатель. Все рабочие органы не контактируют с откачиваемой жидкостью.

Конструкция насоса не имеет аналогов в мировой практике. Основные преимущества применения погружных диафрагменных насосов – высокий КПД (0,45...0,65) и отсутствие контакта всех рабочих органов с перекачиваемой жидкостью.

- Диафрагменный электронасос
- 1 – компенсатор;
 - 2 – электродвигатель;
 - 3 – конический редуктор;
 - 4 – эксцентриковый привод;
 - 5 – плунжерный насос;
 - 6 – пружина;
 - 7 – диафрагма;
 - 8 – всасывающий клапан;
 - 9 – нагнетательный клапан;
 - 10 – токоввод



Водоподъем, ППД, перекачка...

Разработка установок различных назначений

Было бы непростительной ошибкой предполагать, что специалисты ОКБ БН занимались исключительно разработкой, исследованием и внедрением установок для добычи нефти.

Были другие разработки и темы. Вот некоторые из них:

- погружные установки лопастных насосов для водоподъема с разработкой нормального ряда типовых установок;
- насосы для поддержания пластового давления (ППД);
- погружные установки центробежных электронасосов для перекачки сырой нефти и светлых нефтепродуктов из заглубленных резервуаров;
- бессальниковые электронасосы для перекачивания трансформаторного масла;
- струйные аппараты для промывки песчаных пробок и т. д.

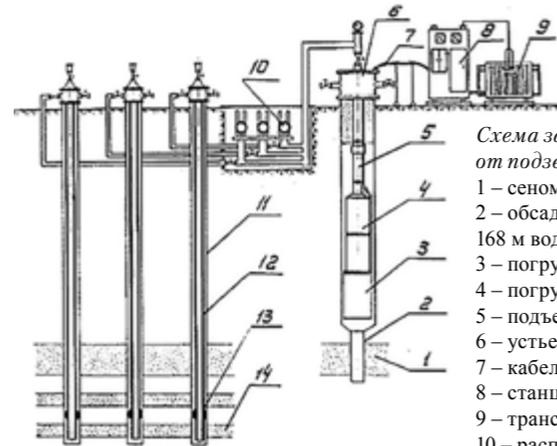
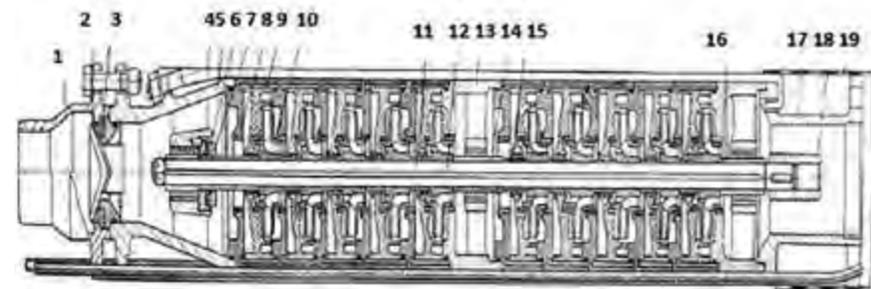


Схема закачки воды в пласт от подземной кустовой станции

- 1 – сеноманский пласт;
- 2 – обсадная колонна, 168 м водозаборной скважины;
- 3 – погружной электродвигатель;
- 4 – погружной насос;
- 5 – подъемные трубы;
- 6 – устьева головка;
- 7 – кабель;
- 8 – станция управления;
- 9 – трансформатор;
- 10 – распределительная гребенка с контрольно-измерительными приборами;
- 11 – нагнетательная скважина;
- 12 – насосно-компрессорные трубы;
- 13 – пакер;
- 14 – нефтяной пласт



Насос для водоподъема типа ЭЦВ8-16

- а – разрез: 1 – головка насоса; 2 – клапан;
- 3 – седло клапана; 4 – стяжка; 5 – корпус подшипника; 6 – втулка; 7 – подпятник;
- 8 – обойма; 9 – направляющий аппарат;
- 10 – рабочее колесо; 11 – вал; 12 – шпонка;
- 13 – промежуточный подшипник;
- 14 – втулка; 15 – распорная втулка;
- 16 – втулка нижнего подшипника;
- 17 – камера всасывания; 18 – муфта;
- 19 – сетка

Повышая надежность установок

Разработки различных установок погружных насосов для добычи нефти

Надежность УЭЛН зависит от многих факторов, включая износостойкость рабочих органов насоса. Решением задач проблемы износостойкости насоса ЭЛН окбэвцы начали заниматься практически с первых лет образования бюро.

Первые износостойкие насосы были разработаны для объединения «Азнефть» и имели следующие отличия:

Специальные промежуточные резино-металлические подшипники с расстоянием между ними 650–800 мм.

Верхней опорой вала являлся верхний резино-металлический подшипник, совмещенный с резино-металлической пятой.

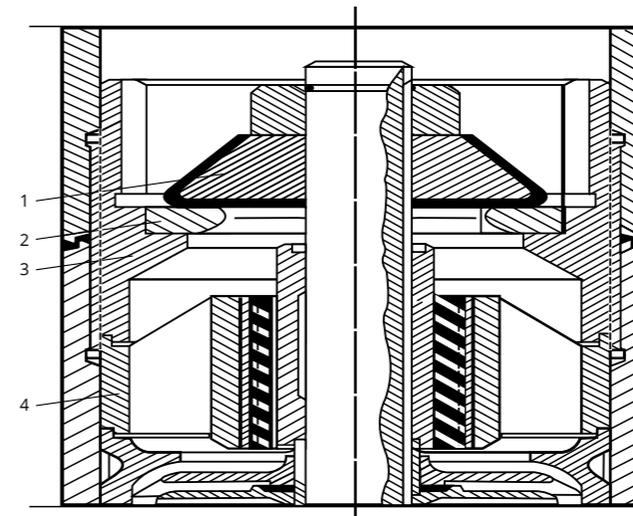
Направляющие аппараты ступени изготавливались из специального чугуна, легированного никелем.

Рабочие колеса – из полиамидной смолы 68.

Пара трения в осевых опорах колес: сталь 40Х, закаленная до твердости НRC=48-56 и нефтестойкая резина 8470.

В начале 1960-х многие производители насосов стали переходить на двухопорную конструкцию ступеней, которую в ОКБ БН оценили как существенное средство повышения износостойкости, что впоследствии подтвердилось. Были разработаны ступени двухопорной конструкции на все габариты и подачи, выпускаемых ЭЛН. Но практическое применение ступеней двухопорной конструкции было осуществлено в износостойких лопастных насосах в конце 80-х и начале 90-х гг.

Для повышения эффективности коррозионностойких и износостойких погружных центробежных насосов для добычи нефти в 80-х годах была проведена работа по разработке отечественного модифицированного чугуна. Работа



Гидравлическая пята погружного центробежного насоса:
1 – пята;
2 – подпятник;
3 – ниппель;
4 – подшипник

Как повысить КПД ступеней?

Повышение технического уровня ступеней, насосов и установок проводилось постоянно. Имеется в виду уровень их КПД и напорность, т. е. развиваемый напор на единицу монтажной высоты.

1. При разработке конкретной ступени проектировались, изготавливались и проводились доводочные испытания, как правило, 3 вариантов ступеней. Цель – определить влияния размеров и конструктивных изменений на КПД и напорность.

2. Специальные исследования натуральных ступеней были призваны, например, определить, как влияет на данные параметры число лопаток направляющего аппарата.

3. В погружных лопастных насосах для добычи нефти использовались главным образом две конструкции ступеней, которые отличаются от конструкций ступеней насосов общего назначения. Поэтому к ним неприменимы существующие методики расчета и проектирования ступеней насосов общего назначения.

Вместе с тем задача повышения технического уровня выпускаемых ступеней насосов ЭЛН до мирового была всегда актуальной. С этой целью проводились исследования влияния геометрии проточной части на натуральных и модельных ступенях, ступенях повышенного диаметра габарита. А также – анализ и обобщение результатов исследований и разработка методики расчета и проектирования ступеней.

4. Была найдена конструкция рабочего колеса и направляющего аппарата ступеней высокого коэффициента быстроходности ($ns > 150$), позволяющая обеспечить нетрудоемкое и эффективное их изготовление.

При массовой эффективной технологии изготовления КПД ступеней высокого коэффициента быстроходности с использованием наклонно-цилиндрических лопаток можно повысить на 15–20 пунктов по сравнению со ступенями, где лопатки цилиндрические.

5. В ступенях низкой и средней быстроходности погружных центробежных насосов для добычи нефти применяется конструкция осерадиального отвода. По сравнению с обычными конструкциями отводов они являются гидравлически несовершенными.

В ОКБ БН проводились систематические исследования рабочего процесса осерадиальных отводов. В качестве объектов рассматривались натурные и увеличенные модели отводов и ступеней. Исследования на моделях с увеличенными в 5,8 раза диаметральными габаритами натуральных ступеней были проведены на аэростенде.

Кроме рабочей характеристики и баланса энергии ступеней были определены поля скоростей потока во входном и выходном сечениях, а также в каналах направляющих аппаратов. Для исследования структуры

Аэростенд для исследования структуры потока в ступенях



потока использовались цилиндрические трехканальные насадки, флажки и нити.

Полученные экспериментальные данные подтверждают сходство течения потока в безлопаточной кольцевой камере перед входом в направляющий аппарат с полуограниченной турбулентной закрученной струей. Определено, что профили осредненных по шагу меридианных составляющих скоростей имеют универсальную форму, которая может быть описана функцией Шлихтинга.

6. Одним из основных критериев при выборе и проектировании ступени погружного лопастного насоса для добычи нефти является КПД ступени, и ОКБ БН всегда занималось вопросом повышения КПД ступеней.

Главным направлением его повышения является улучшение гидравлических качеств ступени, снижение механических потерь. В результате исследования специалисты ОКБ пришли к следующим выводам:

- 1) Механический КПД ступеней серийных погружных лопастных насосов для добычи нефти можно суще-

ственно повысить за счет повышения частоты вращения вала или за счет уменьшения ширины контактирующего кольца в пяте рабочего колеса.

- 2) В ступенях с «плавающими» рабочими колесами существует оптимальная с точки зрения потерь трения величина ширины контактирующего кольца.

- 3) Для окончательного решения вопроса о ширине контактирующих колец в пятах рабочих колес ступеней серийных насосов необходима опытная проверка на износостойкость на износном стенде и в реальных условиях эксплуатации насосов.

7. Специалисты ОКБ БН по ступеням в течение 1990–1995 гг. на договорной основе вели разработки ступеней для фирмы «Грундфос», которая по широте номенклатуры и объемам выпуска занимала 3-е место в мире.

В результате были разработаны несколько ступеней, КПД которых выше мирового уровня (см. таблицу).

Шифр ступени	КПД, %	$D_{\text{вк}}$, мм	Подача, м ³ /час
SP210	86,5	207	216
SP120	84,5	200	120
SP75	83,5	150	75
SP45	82,5	125	45

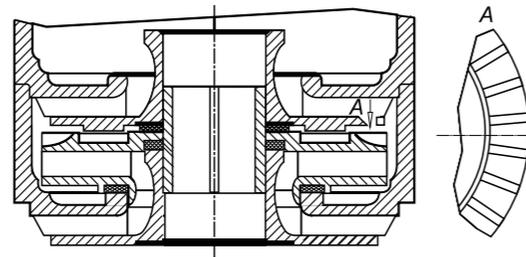
$D_{\text{вк}}$ – максимальный гидравлический диаметр ступени

Полученные высокие результаты дороги еще тем, что разработка каждой ступени была проведена коллективным творческим трудом всех специалистов ОКБ БН.

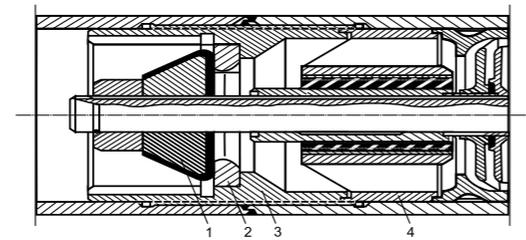
8. В 1997 г. специалистами «Новомета» и ОКБ БН была предложена новая конструкция ступени ВНН. Ее особенностью является наличие специальных элементов (вихревой венец, расположенный в плоскости ведущего диска рабочего колеса по его периметру). Кроме определенных преимуществ при откачке газожидкостной смеси, ступень развивает повышенный напор по сравнению со стандартной осерадальной ступенью – на номинальном режиме выше на 25 %.

9. В первые годы образования ОКБ БН его сотрудники понимали, что повышение частоты вращения может кардинально повысить параметры УЭЛН, поэтому исследования в данном направлении продолжались постоянно. Настоящий толчок произошел в 2000-х годах, когда в России был изобретен первый погружной вентильный двигатель, ротор которого состоял из постоянных магнитов. Двигатель позволял работать на частоте до 6000 об/мин, а КПД вентильного двигателя на 6–9 пунктов выше КПД применяемого в УЭЛН его асинхронного аналога.

Специалисты Новомет и ОКБ БН рассчитали, что вентильные двигатели с повышенной частотой вращения вала позволят повысить энергоэффективность не только двигателей, но и погружных лопастных насосов, и была разработана специальная линейка энергоэффективных насосов.



Конструкция центробежно-вихревой ступени



Гидравлическая пята погружного центробежного насоса

В ходе эксплуатации установлено, что повышение частоты вращения, а следовательно, и повышение напора, может позволить повысить энергоэффективность погружных лопастных насосов за счет смены применяемых конструкций гидродинамически несовершенных ступеней на ступени гидродинамически совершенные.

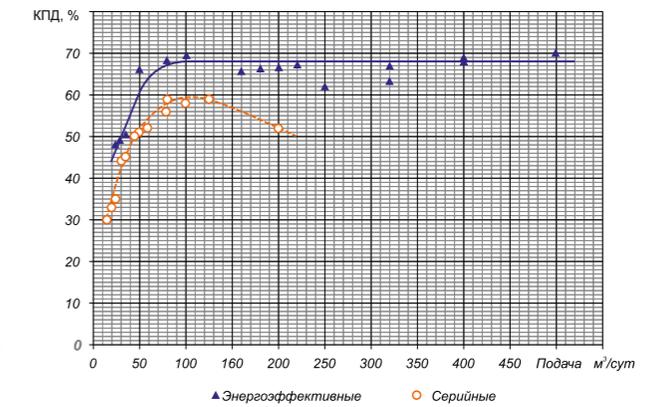
С целью разработки гидродинамически совершенных конструкций ступеней и энергоэффективных насосов с применением этих ступеней были проведены конструкторско-исследовательские работы.

Специалистами компании было разработано энергоэффективное оборудование для добычи нефти, КПД которого удалось существенно повысить по сравнению с серийными за счет:

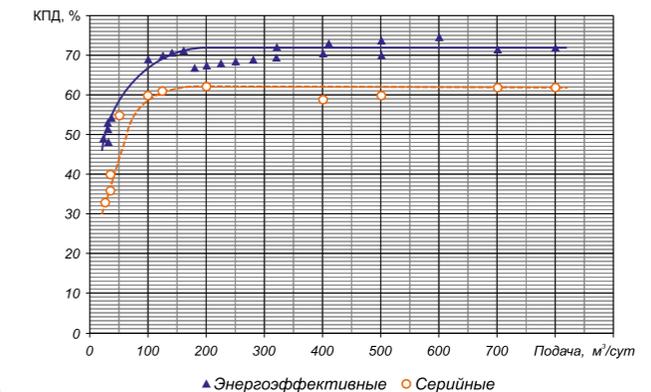
- высокого КПД вентильного двигателя (на 6–9 пунктов);
- снижения потерь в кабеле из-за высокого напряжения и низкого тока;
- использования гидродинамически более совершенных конструкций ступеней с повышенными примерно на 10 пунктов КПД;
- повышения КПД насосов на 2–4 пункта из-за повышения частоты вращения.

Применение этих энергоэффективных установок при высоких оборотах (до 6000–8500 об/мин) повышает их по сравнению с серийными в 1,25–1,3 раза, при этом доля энергоэффективности насосов составляет 1/3.

Ниже приведено сравнение КПД серийных и энергоэффективных насосов на примере габаритов 5 и 5А.



КПД насосов АО «Новомет-Пермь» габарита 5



КПД насосов АО «Новомет-Пермь» габарита 5А

Сотрудничество, проверенное временем

«Новомет» – ОКБ БН: этапы большого пути

Вторая половина 2000-х годов – время новых возможностей и открытие новых направлений. Как раз в эти годы руководство компании «Новомет» решает выкупить акции ОАО «ОКБ БН КОННАС» у ТНК и инвестировать значительные средства в обустройство и оборудование испытательных лабораторий, ремонт помещений ОКБ БН.



Олег Михайлович
Перельман,
генеральный
директор ЗАО
«Новомет-Пермь»
с 1994 по 2015 гг.

Вспоминает Перельман Олег Михайлович, экс-генеральный директор ГК «Новомет»: «Новомет» с самого начала своего существования делал ставку на производство инновационного оборудования для добычи нефти, что и помогло компании занять достойное место в нефте-сервисном секторе экономики страны. А «ОКБ БН КОННАС» – головная организация по разработке погружных установок, которая с 1950 года разрабатывала УЭЦН фактически для всего Союза. У ОКБ БН – огромный опыт в этой сфере и хорошая испытательная база с десятком стенд-скважин. Когда возник вопрос о покупке акции ОКБ, то положительное решение было принято очень быстро.

В этом сотрудничестве слились воедино огромный опыт ОКБ в проектировании и испытаниях УЭЦН и большие возможности компании «Новомет». И даже мировой финансовый кризис не повлиял на наши планы по инвестированию в ОКБ БН, наоборот, как показало время, это было

сделано очень вовремя и придало толчок в развитии инновационной продукции «Новомет».

За последние десять лет ОКБ преобразился: при взаимодействии с РГУ нефти и газа, а также с Министерством образования и науки, с правительством РФ были восстановлены стенды для испытаний УЭЦН; ведутся разработки ступеней погружных насосов, двигателей и станций управления, проводятся сложнейшие испытания УЭЦН в скважинах стендового комплекса ОКБ и демонстрация работы насосов нашим заказчикам. Также организованы стажировки для полевых инженеров из зарубежных локаций компании. Особенно хочется отметить людей, с которыми мы долгие годы работаем. Это Мирзоев Фархад Теймурович, Агеев Шарифжан Рахимович, Санталов Анатолий Михайлович, Дружинин Евгений Юрьевич, Джалаев Артур Мухсинович и в целом весь коллектив ОКБ БН».

Фархад
Теймурович
Мирзоев,
генеральный
директор ОКБ
с 1997 по 2018 год



Вспоминает Мирзоев Фархад Теймурович, экс-генеральный директор ОАО «ОКБ БН КОННАС»: «Наше сотрудничество с «Новометом» началось задолго до момента покупки акций, мы проводили испытания УЭЦН, участвовали в разработке ступеней насосов и программы подбора оборудования Novomet-Sel-Pro, но это были разовые заказы. Конечно, главным толчком в развитии нашего сотрудничества стал 2008 год, когда «Новомет» решил на покупку ОКБ, и это было очень знаменательное событие для коллектива. Мы понимали, что вливаемся в компанию, которая ставит во главу угла в своей стратегии развития инноватику, разработку новых продуктов, а ОКБ вписывался в эту стратегию идеально. И, как показали последующие годы, опыт ОКБ в разработках УЭЦН и наша испытательная база дали возможность дальнейшего развития оборудования «Новомет».

В первую очередь решено было восстанавливать две основные лаборатории, которые прошли глубокую модернизацию и, по сути, стали абсолютно новыми как в плане зданий, где они располагались, так и в плане оборудования. Вся инженерная мысль и опыт в производстве стендов были соединены с полувековыми методиками испытаний рабочих ступеней насосов и погружных насосов в скважинах.

Модернизацию прошли гидравлическая лаборатория отдела погружной гидродинамики и испытательная лаборатория испытательно-сертификационного центра в строении 4.

С применением современных технологий были спроектированы два стенда, которые позволяют испытывать ступени от 2-го до 6-го габарита, а также быстро и точно получать напорно-расходные характеристики. Для данного стенда было специально разработано программное обеспечение, которое позволяет наблюдать за ходом испытаний с пульта оператора и контролировать все параметры работы ступени в режиме реального времени. В ручном или автоматическом режиме снимать характеристики, управлять стендом.

«Новомет» зарекомендовал себя как компания, уделяющая много внимания научно-техническим разработкам и их промышленному применению. Это сразу привлекает внимание со стороны государственных корпораций, работающих в этом направлении, и ОКБ посетило множество делегаций от правительства и бизнеса.



Гидравлическая лаборатория

Автоматизация процесса испытаний

Сотрудничество «Новомет» и ОКБ БН с Министерством образования и науки, правительством РФ и РГУ нефти и газа в 2011–2013 годах вылилось в создание многофункционального стендового комплекса (МСК). Сегодня здесь проводятся испытания погружных насосов, имитируется скважинная среда, в которой они будут эксплуатироваться.

Технологии, разрабатываемые в ГК «Новомет», тесно переплетаются с задачами, которые решают сотрудники ОКБ БН. Так, в 2019 году компания начала активно выпускать погружные насосы для подъема геотермальной жидкости из скважин. Для решения этих задач требовались ступени 9-го и 10-го габаритов с производительностью 7000–10000 м³/сут. Ступени были разработаны, и для их испытаний построили еще один стенд в гидравлической лаборатории СВИС.

За последнее десятилетие стенды несколько раз подвергались модернизации – в зависимости от задач, которые предстояло решать специалистам компании.



Визит А. Чубайса и А. Дюкова в ОКБ БН. Апрель, 2012 г.

Визит заместителя министра промышленности РФ. Апрель, 2015 год

К примеру, скважины переоборудовали под возможность проводить испытания

Стенд, имитирующий среду 250 градусов

Лаборатория в строении 9

Строение 7 – стенд одновременно-раздельной эксплуатации скважин

Стенд СВИС

Ступени 10-го габарита для геотермальной насосной установки



установок сверхмалых габаритов на кабель-канате Colibri ESP.

Также стоит сказать добрые слова о сотрудниках отдела нестандартного оборудования, которые участвовали в создании этих стендов и налаживали их работу в ОКБ БН: Конюхов Дмитрий, Бочкарев Игорь, Пинаев Василий, Туктарев Алексей и многие другие.

Хочется всех сотрудников поблагодарить за добросовестное отношение к своему делу, пожелать успехов и благополучия, а также семейного счастья.

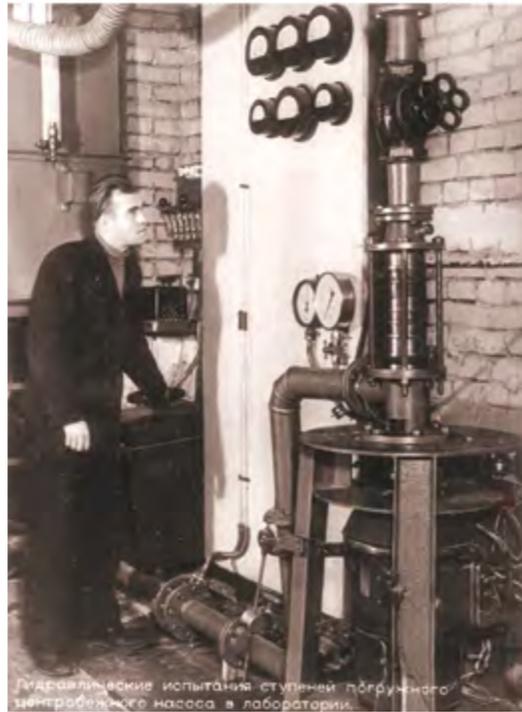
Под руководством Агеева

Рабочие будни отдела прикладной гидродинамики

Рабочее колесо и направляющий аппарат являются основой лопастных насосов. Это сердце любого насоса, и от его эффективности и основных характеристик зависит и длина УЭЦН, и мощность электропривода, и комплектация наземного оборудования, а значит, и себестоимость всей погружной установки. По этой причине в ОКБ БН с момента основания придавалось особое значение вопросу проектирования ступеней. Были созданы все условия для их разработки, создания опытных образцов, испытания и доводки.

Разработкой и испытанием ступеней лопастных насосов занимается отдел прикладной гидродинамики во главе с Шарифжаном Рахимовичем Агеевым – старейшим работником ОКБ БН. За долгие годы работы лично им и под его руководством были разработаны десятки ступеней различных типоразмеров.

Расчет ступеней проводит Евгений Юрьевич Дружинин, стаж работы которого в ОКБ БН приближается к 30-летнему юбилею. Эстафету в этом вопросе готовится перехватить Мария Дмитриевна Крючкова, молодой специалист, пришедшая в 2011 году после окончания Баманского университета в ОКБ БН. Она также освоила смежные специальности



Гидравлические испытания ступеней погружного центробежного насоса в лаборатории.

по проведению и обработке испытаний и ведению технической документации, 3D-моделированию. С 2009 года трудится инженером-конструктором Елена Борисовна Полякова, также освоившая смежные специальности. За испытания ступеней на стендах отвечают Ольга Николаевна Калинова и Мария Пантелеевна Московкина, практически всю жизнь проработавшие в нашей организации. Они передают опыт новой сотруднице – Ирине Владимировне Потаповой. Программную поддержку обработки испытаний, расчетов ступеней и аналитической



Испытание ступеней насоса на стенде



Сотрудники отдела прикладной гидродинамики



Лаборатория ОПГ

работы осуществляет Екатерина Олеговна Вахитова, работающая в ОКБ БН с 2010 года.

Материальную базу – стендовое хозяйство – поддерживает Владимир Вячеславович Виноградов. Опытный слесарь, обеспечивающий быструю и качественную подготовку испытаний, а также проводящий постоянную модернизацию и улучшение стендов, которых в его ведении целых пять. Большое участие в обеспечении работы испытательной лаборатории последнее время принимал Олег Альбертович Магницкий – инженер, изобретатель, золотые руки.

С появлением цифровых технологий появилась возможность совершенствования процесса создания новых ступеней.

Испытания опытных образцов проводятся на современных компьютеризированных стендовых комплексах. И только при изготовлении опытных образцов рабочих органов до сих пор используются технологии литья и иногда – фрезерования. Это часто отнимает массу времени и затягивает получение результата. К тому же точность отливок оставляет желать лучшего – в результате возможен достаточно широкий разброс параметров, зачастую неприемлемый в сегодняшних условиях конкурентного рынка. Таким образом, возникла необходимость использования современных быстрых и точных технологий по созданию опытных образцов рабочих органов со сложной геометрией проточной части.

Лазер творит чудеса

Прототипирование из металлического порошка

В 2012 году на территории ОКБ БН по инициативе компании «Новомет» была создана лаборатория по выращиванию деталей непосредственно из металлического порошка методом лазерного прототипирования. Рабочие органы, изготовленные по данной технологии, могут непосредственно использоваться для проведения испытаний. Точность изготовления на порядок выше, чем при литье. В качестве примера можно привести факт выполнения шпоночного паза в рабочем колесе без припуска на последующую обработку. Время изготовления исчисляется днями, а не месяцами по сравнению с литьём. Разработчик получает возможность почти в реальном времени провести весь цикл работ по созданию ступени насоса.

Причём рабочие органы могут быть при необходимости изготовлены в разном масштабе для упрощения испытаний, экономии материала и прочее. Детали получают на основе цифровых 3D-моделей, создаваемых разработчиком. Это позволяет использовать все преимущества цифровых технологий и в то же время получать реальные образцы для последующего применения без известных компромиссов, характерных для неметаллических материалов. Так, пластиковые материалы требуют дополнительных

усилий для обеспечения точности, прочности, жесткости, сводящих на нет преимущества цифровых технологий, позволяющих получить нужную геометрию «как есть», с первого раза.

Таким образом, была приобретена установка EOS в комплекте со всем вспомогательным оборудованием и программным обеспечением. Для неё было выделено отдельное помещение с выполнением всех правил, предусмотренных технологией и безопасностью (использующийся мелкодисперсный металлический порошок взрывоопасен). Установка включает в себя непосредственно машину для выращивания, рабочий и управляющий компьютеры, систему подачи инертного газа в рабочую область, систему очистки от пыли, систему вентиляции с использованием улавливающих фильтров, систему регенерации металлического порошка. Системы постобработки включают отрезную пилу и пескоструйную установку. Рабочий персонал оснащён защитными масками, респираторами, перчатками.

Создание опытных образцов проходит в тесном взаимодействии отдела прикладной гидродинамики и лаборатории лазерного синтеза, которую возглавляет Буйлов Алексей Викторович. Он в короткие сроки освоил технику управления системой лазерного синтеза и изготовил



Коллектив сектора лазерного прототипирования:
Буйлов Алексей Викторович (слева),
Берцов Валерий Алексеевич (справа).

десятки образцов ступеней. Материально-техническую базу лаборатории лазерного синтеза обеспечивает Берцов Валерий Алексеевич – опытный специалист, прошедший школу военного производства.

Отделом прикладной гидродинамики формируются данные в виде рабочих чертежей со всеми размерами и допусками. А также 3D-модели рабочих органов в реальном масштабе. Для изготовления изделия методом лазерного синтеза недостаточно передать 3D-модель в систему. Необходимо продумать последующую механическую обработку, добавить к модели соответствующие припуски и

технологические элементы, удаляемые впоследствии.

Таким образом, оператор системы лазерного синтеза должен обладать навыками технолога. Важно также правильно задать режим работы, скорость – во избежание местного перегрева и коробления деталей. Поскольку объем рабочей камеры ограничен, необходимо оптимально разместить в ней детали для экономии материала и времени работы станка. Система может работать в круглосуточном режиме и даже не требует постоянного контроля со стороны человека. При возникновении ошибки просто останавли-

Детали расположены под углом к основанию, внизу виден вспомогательный элемент – поддержка



Детали на основании после окончания процесса выращивания



Готовые детали



вается, а после устранения причины сбоя может продолжить работу.

После окончания процесса выращивания детали отрезаются от массивного основания и поступают на предварительную механическую обработку. Затем производится очистка проточных каналов на пескоструйной установке для улучшения гидравлического качества поверхностей. После чего детали обрабатывают начисто. И можно проводить испытания.

Важное звено в технологической цепочке

Чем занимается экспериментальный цех

На станках экспериментального цеха изготавливались все детали для насосов, гидрозащит, ПЭД: корпуса, ниппели, головки, концевые детали и многие другие. Все годы существования ОКБ БН цех является важным звеном в технологической цепочке изготовления насосных установок.

Сегодня цех изготавливает большую номенклатуру деталей для испытательно-сертификационного центра, обрабатывает рабочие ступени насосов для проведения испытаний на стендах Отдела прикладной гидродинамики, выполняет заказы отдела главного конструктора «Новомет».



Попов Владимир Николаевич,
Гордина Асия Эммануиловна



Вербовиков Андрей Михайлович,
Нарбаев Юнус Мурадович

Долгие годы в цехе работала Гордина Асия Эммануиловна, которая пришла в ОКБ БН в далеком 1963 году 18-летней девчонкой и проработала до 2020 года.

Сейчас за станками цеха трудятся два токаря Вербовиков Андрей Михайлович и Нарбаев Юнус Мурадович.

У истоков создания вентильных двигателей

Этапы разработки ПВЭД в России

Более 20 лет насчитывает российская история создания, производства и внедрения погружных вентильных электродвигателей для УЭЦН. В октябре 1996 года на VI Всероссийской технической конференции «Производство и эксплуатация УЭЦН» в заводской испытательной скважине ОАО «АЛНАС» в г. Альметьевске была впервые продемонстрирована установка с ПВЭД мощностью 45 кВт с номинальной частотой вращения 6000 об./мин.

Двигатель был разработан совместно ОАО «АЛНАС» и ЗАО «АВАНТО», последним руководил в то время кандидат технических наук Анатолий Санталов.

Сотрудничество коллектива единомышленников во главе с Анатолием Михайловичем и АО «Новомет-Пермь» началось в 2005 году, а уже в 2007-м талантливый ученый-изобретатель возглавил отдел погружных электроприводов (ОПЭ), созданный в ОКБ БН КОННАС.

Вместе с Санталовым пришли в ОКБ БН и его опытные коллеги: зам. зав. ОПЭ, канд. техн. наук Хоцянова О. Н., инженеры-исследователи Струнин Д. В., Стенин С. Л., Хоцянов И. Д., конструкторы Стариков Ю. И., Шабанова Л. В., с. н. с., к. т. н. Кирюхин В. П., техник Семенова Е. П. **Именно эти люди стояли у истоков создания погружных вентильных электродвигателей (ПВЭД) с постоянными магнитами для УЭЦН в России.**

Следует отметить, что в начале 2000-х годов сформировалась устойчивая потребность рынка нефтедобычи в регулируемых приводах с высоким значением КПД.

Коллективу была поставлена задача разработки погружных вентильных электродвигателей всего диапазона габаритов от 81 мм до 185 мм, с частотами вращения от 1000 до 6000 об./мин. и мощностью до 1,2 МВт. При проектировании серийных ПВЭД был максимально учтен опыт, накопленный в коллективе как при проектировании электрических машин, так и при производстве и эксплуатации погружных асинхронных двигателей (АД). Поэтому ПВЭД легко вписались в технологический процесс компании АО «Новомет-Пермь» и практически сразу были отнесены к категории высоконадежного оборудования. Очередность внедрения в производство определялась спросом со стороны нефтяных компаний.

Какие возможности открыло применение вентильных двигателей в УЭЦН:

1. Снижение потерь в электроприводе (электродвигателе, кабеле, трансформаторе, станции управления) на 10–12%.

2. Возможность работы на повышенных частотах вращения с высоким КПД и связанная с ней возможность резкого снижения материалоемкости.

3. Возможность работы в широком диапазоне частот вращения, в том числе повышенных.



Сотрудники ОПЭ в новом помещении:
Семенова Е. П.,
Санталов А. М.,
Хоцянов И. Д.,
Хоцянова О. Н.,
Шабанова Л. В.,
Стенин С. Л.

4. Возможность создания широкого ряда энергоэффективных УЭЦН на основе наиболее удачных ступеней насосов (КПД ступени 70 %, снижение потерь на 25 %).

5. При замене привода с АД и КПД 85 % на привод с ВД и КПД 93 % тепловыделение, а, следовательно, габариты активной части двигателя, уменьшаются почти в два раза, даже при одинаковой частоте вращения (рис. 1).

6. Возможность создания установок малого диаметра (55 и 81 мм).

7. Возможность создания низкоскоростного электропривода (100–1500 об./мин).

В результате совместной работы коллектива Санталова А. М., с 2007 года вливающегося в состав ОКБ БН, и сотрудников

АО «Новомет-Пермь» первый промышленный образец вентильного ПЭД 117-го габарита мощностью 400 кВт при частоте вращения 6000 об./мин был изготовлен в 2008 году. Основные технические решения, положительно зарекомендовавшие себя в те годы, используются и в настоящее время.

За период до 2009 года сотрудниками ОПЭ была разработана и подготовлена к серийному производству конструкторская документация на полную линейку мощностей ПВЭД 117-го габарита на частоты вращения 3000 и 6000 об./мин. Спроектирован совершенно новый класс погружных двигателей малого диаметра – ПВЭД 81-го габарита максимальной мощ-

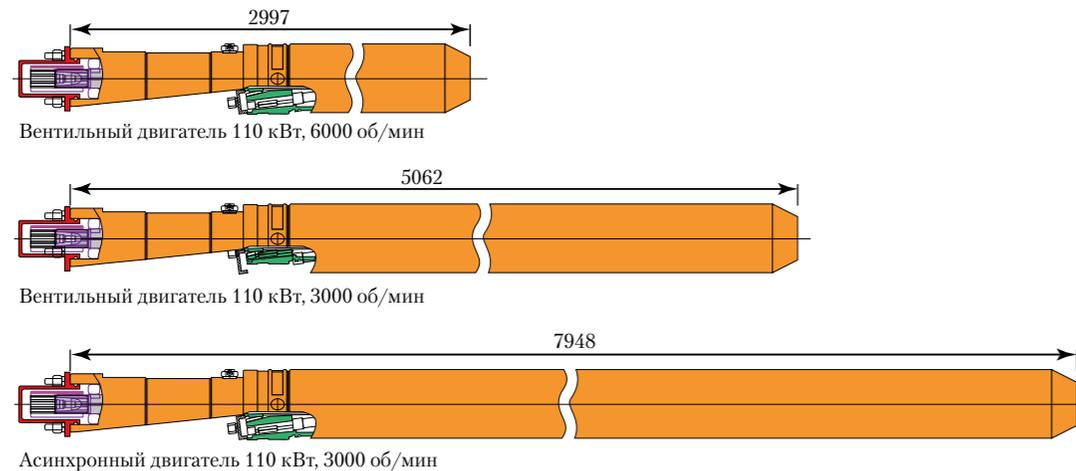


Рис. 1
Сравнение габаритов двигателей при различных частотах

ностью одной секции 80 кВт. До 2012 года линейку продукции компании пополнили вентильные двигатели в габаритах 130 и 185 мм. Испытан головной образец габарита 185 мм мощностью 200 кВт, прошел испытания в ИСЦ ОКБ БН образец мощностью 650 кВт.

К 2013 году компанией АО «Новомет-Пермь» была успешно выполнена задача серийного освоения разработанных в ОП ОКБ БН вентильных электродвигателей для УЭЦН средних и больших габаритов – количество этих машин превысило 25 % от всех производимых ПЭД в компании (рис. 2). Предстояло начать серийное производство двигателей малых габаритов, уже спроектированных в ОПЭ и прошедших все этапы испытаний в обновленных стендах-скважинах ИСЦ ОКБ БН КОННАС. Начали с вентильных двигателей габарита 81 мм. В конце 2012 года было изготовлено около 200 секций, а к середине 2014 года

данная цифра достигла почти 800 штук. АО «Новомет-Пермь» было первым предприятием, которое освоило производство вентильных ПЭД 81-го габарита мощностью до 90 кВт. Аналоги до настоящего времени не выпускает ни одна страна в мире.

В декабре 2014 года на Самотлорском месторождении была успешно запущена установка УЭЦНЗ-160Э-2100/36-240 с первым секционным вентильным двигателем 81-го габарита мощностью 125 кВт.

В 2014 году в ОПЭ был рассчитан и спроектирован сотрудниками АО «Новомет-Пермь» вентильный двигатель для установки 2-го габарита ЭЦН2-50-2000 с наружным диаметром корпуса ПВЭД 55 мм (технология ColibryESP).

Для использования совместно с насосами объемного типа в скважинах с вязкими жидкостями или с малой подачей в габарите 117 мм специалистами ОПЭ были

спроектированы и также производятся АО «Новомет-Пермь» низкооборотные двигатели (от 100 до 1500 об/мин).

В июле 2018 г. произошло знаковое для всех сотрудников АО «Новомет-Пермь» событие: был отгружен 8000-й по счету вентильный двигатель компании. Им оказался погружной двигатель 130-го габарита мощностью 300 кВт, который отправился к заказчику в Ямало-Ненецкий автономный округ.

В настоящее время в ОПЭ в соответствии с актуальными потребностями нефтедобывающих компаний постоян-

но совершенствуются вентильные ПЭД всех габаритов (таблица 1), выпускаемых АО «Новомет-Пермь». В рамках каждого габарита потребителю предлагается от 9 до 29 типоразмеров. Все ПВЭД могут выпускаться в теплостойком исполнении. Разработана также оригинальная конструкция секционированных ПВЭД.

Особенности конструкции ПВЭД, разработанных в ОПЭ ОКБ БН

Уже на этапе проектирования вентильных ПЭД в ОПЭ его специалисты стреми-

Таблица 1

Линейка ПВЭД, выпускаемых АО «Новомет-Пермь»

Наименование	Диапазон частот вращения, об./мин.	Диапазон мощности
ПВЭДНХХ-55-XX-8,0	2000–8000	15–210
ПВЭДНХХ-81-XX-6,0	1000–6000	20–200
ПВЭДНХХ-103-XX-3,0	500–3000	6–140
ПВЭДНХХ-103-XX-6,0	1000–3000	12–280
ПВЭДНХХ-117-XX-0,5	100–500	3–40
ПВЭДНХХ-117-XX-1,0	100–1000	5–80
ПВЭДНХХ-117-XX-3,0	500–4200	22–225
ПВЭДНХХ-117-XX-6,0	500–6000	40–400
ПВЭДНХХ-130-XX-3,0	500–4200	32–300
ПВЭДНХХ-130-XX-6,0	500–6000	60–600
ПВЭДНХХ-185-XX-3,0	500–4200	60–800



Рис. 2
Вентильные двигатели типа ПВДН производства АО «Новомет-Пермь»

лись максимально сохранить технологию производства асинхронных двигателей, используемую в АО «Новомет-Пермь». Поэтому в качестве базовой на начальном этапе была принята конструкция 4-полюсного электродвигателя с общим для всех пакетов валом с постоянными магнитами на роторе, с номинальной частотой питания 100 и 200 Гц от станции управления с электронным датчиком положения ротора. Это позволило минимизировать во времени этап внедрения в производство.

Поскольку предполагалась работа вентильных ПЭД в широком диапазоне частот вращения, в том числе – до 6000 об./мин., необходимо было решить проблемы, связанные с вибрацией и повышенным тепловыделением.

Для решения первой проблемы была разработана конструкция ПЭД, позволяющая исключить технологические зазоры между валом и втулками подшипников, между валом и пакетами ротора, между расточкой статора и корпусом подшипников. Установка в электродвигателе дополнительных колец (рис. 3) с конусообразным профилем (патент RU 2 380 810) и согласование формы контактирующих поверхностей пакетов и втулок позволили исключить технологические зазоры между втулками подшипников и валом, а также между валом и пакетом, при сохранении технологичности сборки. Конструкция позволила уменьшить дебаланс ротора как за счет отсутствия зазоров, так и за счет возможности балансировки каждого пакета. Это при-

вело к качественному снижению виброскорости, особенно в области резонансных частот вращения, уменьшило износ подшипников, а следовательно, увеличило срок службы электродвигателя.

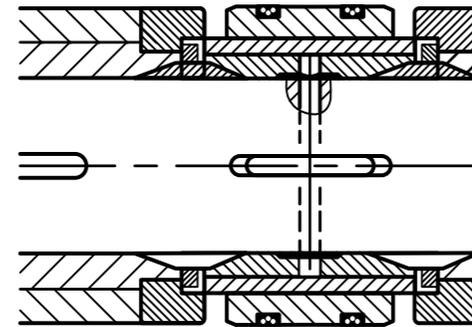


Рис. 3
Фрагмент погружного электродвигателя с подшипниками скольжения с подвижной втулкой, имеющей возможность изменять радиальный размер при осевом воздействии нагрузки (патент RU 2 380 810).

Вторая проблема была решена за счет оптимизации геометрии активной части ПЭД, в том числе выбором оптимального соотношения диаметров расточки статора и магнитопровода, величины электромагнитного и физического зазоров и т. д. Геометрия активной части ПЭД была рассчитана методами математического моделирования, основанными на решении уравнений электромагнитного поля двигателя.

На роторе вентильного двигателя вместо короткозамкнутой «беличьей клетки» размещены постоянные магниты – именно этим данные машины в основном отличаются от асинхронных.

В вентильных электродвигателях, разработанных в ОПЭ ОКБ БН, гер-

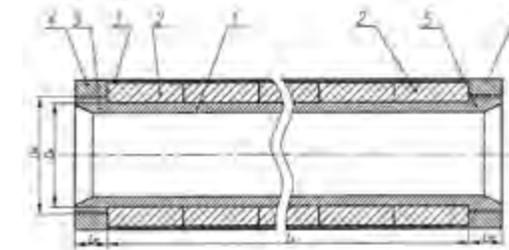


Рис. 4
Осевой разрез пакета ротора погружного электродвигателя

метизация магнитов (патент RU 2633959) осуществляется специальными элементами конструкции, которые исключают их контакт с жидкостью внутри двигателя и, следовательно, коррозию и «вспучивание» магнитов (рис. 4). Пакет ротора содержит многополюсную магнитную систему с магнитопроводом 1 и закрепленными (например, приклеенными) на его активной части радиально намагниченными секторными постоянными магнитами 2, наружная цилиндрическая поверхность которых охвачена удерживающим бандажом 3, а также торцевые фланцы 4, расположенные с двух сторон на неактивных участках 5 магнитопровода, выступающих за его активную часть. Диаметр D_H неактивных участков 5 магнитопровода 1 больше диаметра D_A его активной части, на которой расположены магниты. Торцевые фланцы 4 соединены с соответствующими неактивными участками 5 магнитопровода при помощи резьбового соединения.

По сравнению с вентильными машинами других производителей двигателя, разработанные в ОПЭ ОКБ БН, имеют увеличенный электромагнитный зазор, не содержат магнитомягких полюсов,

следовательно, их подшипники подвергаются меньшим нагрузкам от сил одностороннего магнитного притяжения и обладают потенциально большим сроком службы. Статор изделий может быть компаундирован, внутри обмотки размещен датчик температуры.

Ротор электродвигателя на частоту вращения до 3000 об/мин имеет традиционную конструкцию со сплошным валом и подшипниками в расточке статора. В конструкции электродвигателей на частоты вращения выше 4000 об/мин применены инновационные решения, благодаря которым, а также предварительной балансировке пакетов, удается получить низкий уровень вибрации как при первоначальной сборке электродвигателя, так и при замене части пакетов ротора. Оригинальные технические решения, разработанные сотрудниками ОПЭ, защищены патентами Российской Федерации (патенты RU 2 380 810, RU 2592942, RU 2633959, RU 2484573, RU 2516472, RU 2537966).

Таким образом, в вентильных ПЭД «Новомет» удалось повысить частоту вращения более чем в 2 раза, и в то же время в максимальной степени сохранить конструкцию и технологию производства традиционных ПЭД.

Погружные маслозаполненные вентильные двигатели для установки 2-го габарита ЭЦН2-50-2000 с наружным диаметром корпуса ПВЭД 55 мм имеют свои конструктивные особенности и не имеют в настоящее время аналогов в мире. Вентильный электродвигатель габарита

55 мм содержит от 1 до 3 унифицированных секций. Все секции обмотаны проводом одного диаметра, это позволило сделать их универсальными и применять в любом сочетании, в зависимости от требуемой мощности ПЭД. Длина одной модуль-секции ПВЭД составляет 2, 3 и 4 метра, мощность изготавливаемых секций электродвигателей принята 15, 25 и 35 кВт соответственно. Максимальная суммарная мощность электродвигателя – 105 кВт и ограничена сечением выводных проводов, соединяющих секции между собой. Номинальные токи до 28 А и напряжение до 3000 кВ.

Мощность первого изготовленного АО «Новомет-Пермь» двухсекционного двигателя для 2-го габарита составила 70 кВт, чего достичь в корпусе 55 мм еще пару лет назад было практически невозможно. В данном габарите кроме магнитопровода, обмотки и магнитов размещены вал с трансмиссией, соединение токоведущих выводных проводов, а также быстроразъемное бесфланцевое соединение секций ЭЦН. КПД двигателя – 85 %.

Преимущества вентильных ПЭД

Вентильные электродвигатели, спроектированные в ОПЭ ОКБ БН, обладают рядом технических и эксплуатационных преимуществ по сравнению с асинхронными.

Прежде всего – имеют увеличенный КПД (88–94 % в зависимости от диаметра) и обусловленные им пониженное удельное тепловыделение на единицу мощности и низкое энергопотребление. Это позволяет

снизить массу и габариты активной части двигателя примерно в 2 раза. Так, ПВЭД 117-го габарита в односекционном исполнении при 3000 об/мин выдает мощность до 310 кВт, а при 6000 об/мин – до 420 кВт. ПВЭД имеют высокую мощность в секции, поэтому снижается необходимость в применении секционных двигателей.

При использовании установки с вентильным электродвигателем наблюдается не только снижение энергопотребления в узлах УЭЦН, но и снижение потерь в кабеле, станции управления и масляных трансформаторах погружных насосов (ТМПН). ПВЭД позволяют сократить потребление энергии до 15 %, а в паре с энергоэффективными насосами – до 30 %, обеспечивают большую наработку за счет снижения нагрева оборудования.

Проведенные на стендах-скважинах ОАО «ОКБ БН КОННАС» сравнительные испытания серийной установки и энергоэффективной установки с вентильным двигателем подтвердили, что применение ПВЭДН позволяет на 24 % снизить энергопотребление УЭЦН. Испытания проводились в присутствии представителей компаний-заказчиков и независимых наблюдателей.

Согласно ГОСТ Р56624-2015, все вентильные электродвигатели производства АО «Новомет» соответствуют классу энергоэффективности Е2. К этому классу относятся электродвигатели с высоким КПД, у которых суммарные потери мощности не менее чем на 40 % ($K_e=0,4$) меньше суммарных потерь мощности стандарт-

ных электродвигателей с аналогичными мощностью и частотой вращения.

Возможность регулирования частоты вращения и контроля параметров позволяет оптимизировать отбор жидкости из скважин и сократить номенклатуру двигателей. Диапазоны регулирования частоты вращения составляют 100–500, 500–1500, 1500–4200 и 4000–6000, 5000–8500 об/мин.

Благодаря появлению вентильных двигателей произошел существенный рывок в механизированной добыче в целом: АО «Новомет-Пермь» удалось улучшить производительность ЭЦН в широком диапазоне подач и напоров и вывести на рынок целый ряд новых технологий:

- Высокооборотные УЭЦН с подачей до 1600 м³/сут, при этом обладающие КПД на 40 % выше, чем у серийных, до 2 раз компактнее.
- Малогабаритные УЭЦН для спуска в боковой ствол диаметром 102 мм, что даёт прирост добычи в среднем 15 м³/сут. При этом, на фонде скважин в Западной Сибири малогабаритные установки для боковых стволов с вентильными двигателями производства «Новомет» показывают максимальные наработки в 1385 и 1537 сут.
- УЭЦН сверхмалого габарита для эксплуатации внутри НКТ 73 мм, спускаемую на грузонесущем кабеле. На ее монтаж требуется в 5–7 раз меньше времени, чем серийной УЭЦН.
- Установки винтового насоса с нижним приводом, а также насосы нового типа – объемно-роторные. Установки при-

водятся в действие низкооборотным двигателем и используются для добычи вязкой нефти.

Станция управления

В ОПЭ изначально уделялось внимание всем основным конструктивным узлам регулируемого электропривода для УЭЦН с вентильным двигателем: станции управления (СУ) с преобразователем частоты (ПЧ), фильтрам, повышающему трансформатору (типа ТМПН), кабельной линии. Преобразователи частоты для ПВЭД выполняются по схеме со звеном постоянного тока, поскольку в основных режимах их выходная частота выше частоты питающей сети. С помощью кабельной линии ПВЭД подключается к наземной части привода (повышающему трансформатору и станции управления (СУ)) (рис. 5). СУ достаточно часто используются без выходных фильтров. Питающий кабель длиной километр и больше служит фильтром высших гармоник для ПЭД, при этом все искажения прикладываются к кабелю. ПЭД с гидрозащитой и насос спускаются в скважину на насосно-компрессорных трубах (НКТ) и находятся на глубине до нескольких тысяч метров.

Если для кабеля и трансформатора на этапе проектирования были определены только требования и критерии выбора во всех направлениях, формирующих себестоимость, то с вопросом подбора готовой станции управления на начальном этапе были определенные трудности. Готовой СУ для вентильных электроприводов

у АО «Новомет-Пермь» на начало 2008 года не было, и перед отделом стояла задача доработать за минимальный срок СУ для управления АД из имеющихся готовых на рынке и далее приступить к разработке собственной универсальной СУ.

Существует два основных варианта управления вентильными электродвигателями, они обеспечивают работу электродвигателя соответственно в вентильном или синхронном режимах.

Вентильный режим подразумевает, что коммутация происходит при жестко заданных положениях ротора. В вентильных приводах общего назначения эта задача решается с помощью явно выраженного датчика положения ротора, по сигналам с которого и происходит коммутация ключей ПЧ. В погружных приводах такой подход в принципе не применим, так как станция управления с ПЧ находится на поверхности, а ПЭД – в скважине. Соединить ПЭД и станцию управления сигнальными проводами технически сложно, так как при монтаже и работе на все элементы погружной части оказывается механическое воздействие и, следовательно, провода датчика положения потребовали бы неоправданной с экономической точки зрения защиты. Кроме того, при длине сигнальных проводов до нескольких километров на них будут наводиться помехи, делающие качество сигнала неприемлемым.

В ОПЭ для ПВЭД был разработан и изготовлен электронный датчик положения ротора (рис. 6) размером 110 x 85 x 25 мм³

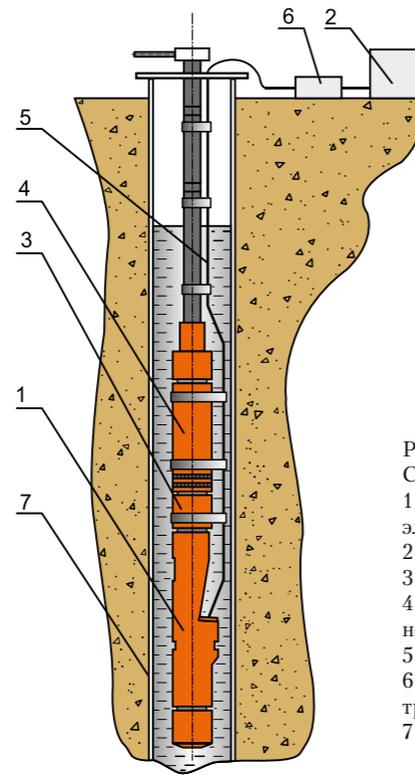


Рис. 5
Схема установки:
1 – погружной вентильный электродвигатель,
2 – станция управления;
3 – гидрозащита;
4 – погружной нефтесборный насос;
5 – кабельная линия;
6 – повышающий трансформатор;
7 – блок телеметрии

для работы в составе СУ-05 ОАО «ЭЛЕКТОН». Положение ротора в датчике определялось по ЭДС одной из фаз двигателя, отключенной на данном интервале времени от источника питания. Станции управления с встроенной платой электронного ДПР были готовы к работе к моменту запуска в АО «Новомет-Пермь» серийного производства ПВЭД.

Вентильный электродвигатель при использовании электронного ДПР запускается и разгоняется до частоты вращения

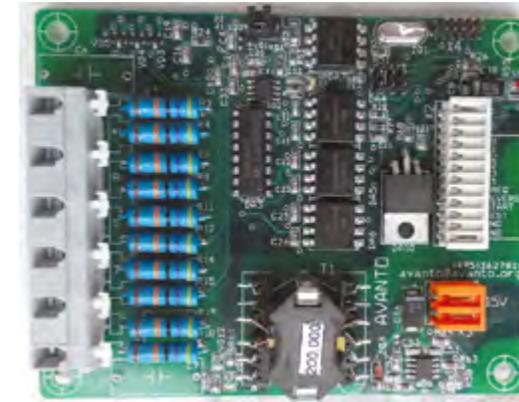


Рис. 6
Электронный датчик положения ротора

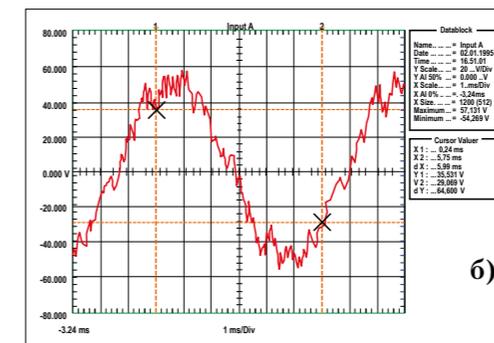
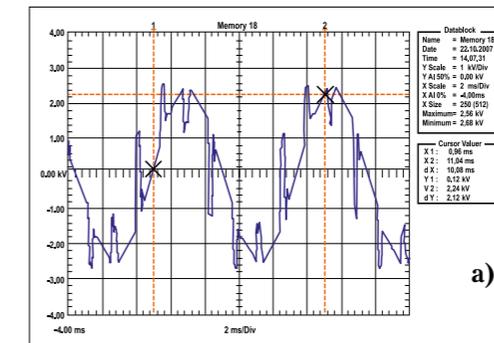


Рис. 7
Осциллограммы напряжения питания:
а) шестиимпульсное;
б) синусоидальное

приблизительно 10...15 Гц в синхронном режиме, когда частота выходного напряжения ПЧ задается его системой управления. Далее ПЧ станции управления переходит на режим с позиционной обратной связью (режим вентильного электродвигателя), питание ПВЭД осуществляется шестиимпульсным напряжением (рис. 7а). Установленный угол опережения практически не изменяется при изменении в широких пределах, как нагрузки, так и частоты вращения.

Однако СУ-05 «ЭЛЕКТОН» обладала рядом существенных недостатков (отсутствие необходимых защит, низкий cosφ при регулировании частоты вращения с помощью тиристорного выпрямителя, не подпружиненные контакты и др.), обуславливавших низкую оценку ее качества нефтяными компаниями. Кроме того, дополнительные потери в трансформаторе и в двигателе, вызванные высшими гармоническими напряжениями, при шестиимпульсном управлении приводят к снижению энергоэффективности установок по сравнению с установками, содержащими станции управления с синусоидальным выходным напряжением (рис. 7б). Поэтому в дальнейшем при разработке в ОПЭ собственной универсальной СУ был выбран вариант станции с синусоидальным выходным напряжением.

Была создана станция управления СУ «НОВОМЕТ». Реализованный в ней режим векторного управления позволил осуществлять питание вентильного двигателя синусоидальным напряжением. За счет этого удалось не только избавиться

от перенапряжений, но и резко снизить дополнительные потери в двигателе. Кроме того, СУ стала универсальной, способной управлять как вентилями, так и асинхронными двигателями.

Сотрудниками ОПЭ в испытательно-сертификационном центре ОКБ БН КОННАС был проведен ряд сравнительных испытаний УЭЦН с погружными вентильными двигателями при питании от станций управления с шестиимпульсным и с синусоидальным выходным напряжением.

Замеры показали, что КПД двигателей повысился на 1,7–2,5 % по сравнению с управлением от оптимально настроенной СУ с 6-импульсным питанием. При питании от СУ «НОВОМЕТ» КПД двигателей габарита 117 мм на 3000 об/мин составляет 93 %, а на 6000 об/мин – около 94 %. Для примера на рис. 8 для ПВЭД мощностью 140 кВт приведена зависимость КПД от нагрузки на валу.

В последние годы коллективом ОПЭ совместно с сотрудниками ДИР АО «Новомет-Пермь» была спроектирована и изготовлена новая станция управления погружными двигателями СУ-04, в которой работа вентильного двигателя может осуществляться как в режиме $U/f=const$, так и в режиме векторного управления (рис. 9). Правильно подобранные параметры позволяют в обоих режимах достичь оптимальных энергетических характеристик при стабильной нагрузке. Однако векторный режим позволяет достичь оптимальных энергетических показателей и при перемен-

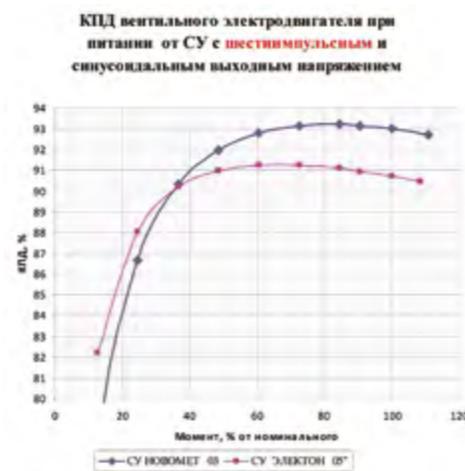


Рис. 8
Зависимость
КПД от нагрузки
на валу

ной нагрузке, причем параметры двигателя можно задавать приближенно, это не будет отражаться на точности достижения оптимального режима.

В режиме векторного управления питание обмоток якоря двигателя осуществляется трехфазной симметричной системой напряжений. Пуск осуществляется в синхронном режиме путем плавного повышения частоты инвертора, входящего в состав ПЧ, а положение ротора определяется специальным вычислителем по напряжениям и токам на выходе преобразователя частоты и по параметрам электродвигателя. Векторный алгоритм осуществляет непрерывный расчет угла положения ротора ВД при работе установки, а вычислитель оперирует векторными величинами. В СУ «Новомет» имеется возможность задания параметров установки вручную по имеющимся данным, а также через режим самонастройки параметров.

Рис. 9
Испытания
СУ-04-250
инженером-
исследователем
Струниним Д. В.



При самонастройке имеется возможность определить некоторые параметры установки прямым измерением. При этом в векторном режиме для достижения оптимального энергетического режима ПВЭД достаточно лишь приближенных данных о нем и об установке в целом. Это упрощает настройку специалистами в условиях реальных скважин и в среднем повышает КПД УЭЦН благодаря более точному достижению оптимального энергетического режима, например, режима минимального тока.

Разница между двумя алгоритмами управления установки проявляется при скачкообразных изменениях нагрузки. Векторный алгоритм осуществляет более адекватный отклик управления на изменение энергетического режима, т. к. напрямую управляет углом положения ротора и способен задержать или ускорить управляющее напряжение при набросах и сбросах нагрузки. Этим достигается большой запас по «сваливанию» ВД при набросах нагрузки при прочих равных условиях.

Система управления СУ-04 «Новомет» обрабатывает долговременную просадку питающей сети с резким падением с 380 В до 245 В без потери синхронизма двигателя. Резкий наброс напряжения питающей сети не влияет на работу двигателя. Также реализован и надежно работает режим подавления электромеханического резонанса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработка в ОПЭ ОКБ БН КОННАС и освоение серийного производства погружных вентильных электродвигателей в АО «Новомет-Пермь» – значимый и успешный инновационный проект в области оборудования для добычи нефти.

Снижение энергопотребления при замене в УЭЦН ПЭД на ВД составляет не менее 8 %. Нарботка на отказ УЭЦН с ВД не ниже наработок стандартных УЭЦН с асинхронными приводами. Межремонтный период скважин, эксплуатируемых УЭЦН с вентильными электродвигателями, составляет 1172 суток, тогда как у скважин с ПЭД данный показатель находится на отметке 999 суток.

Сотрудниками ОПЭ ОКБ БН постоянно ведутся работы по повышению КПД ПВЭД. При выпуске отдельных серий в зависимости от требований заказчика и условий эксплуатации используются стали различных марок, может быть увеличен коэффициент заполнения паза медью.

Как подобрать установку к скважине

Создание программы NovometSel-Pro

Работа над созданием программы NovometSel-Pro началась в ОКБ БН в конце 1999 г. по договору с ЗАО «Новомет-Пермь». В ОКБ к тому времени была разработана «Универсальная методика подбора УЭЦН к скважинам для добычи нефти». Одним из основных разработчиков методики является заведующий ОПГ ОП Ш. Р. Агеев, который и предложил разработать новую программу подбора. Наряду с ним авторами и создателями NovometSel-Pro стали сотрудники ОКБ БН А. М. Джалаев и Е. В. Какузин.

В первом варианте (тогда она называлась Neosel) программа была создана в начале 2003 г. И сразу же начала широко использоваться технологами Новомета, во многом став их конкурентным преимуществом, т. к. в ней была предусмотрена возможность оперативно вносить необходимые изменения для решения нестандартных задач.

В 2005 г. программа была официально зарегистрирована под названием NovometSel-Pro.

Программа ориентирована на решение широкого спектра задач, возникающих в технологии нефтедобычи и подъема геотермальных вод.

Основными достоинствами и отличиями NovometSel-Pro от существующих аналогов являются:

- Подбор и компоновка оптимальной УЭЛН (с точки зрения надежности и потребляемой мощности) из имеющегося у пользователя оборудования.
- Использование в общем случае конической схемы для компоновки ЭЛН (насос, состоящий из секций ступеней одного изготовителя и габарита, но разной производительности).
- Возможность подбора УЭЛН как с заданными пользователем дебитом и подвеской, так и с вычислением оптимального дебита и оптимальной подвески.



Заведующий ОПГ
Агеев Ш. Р.

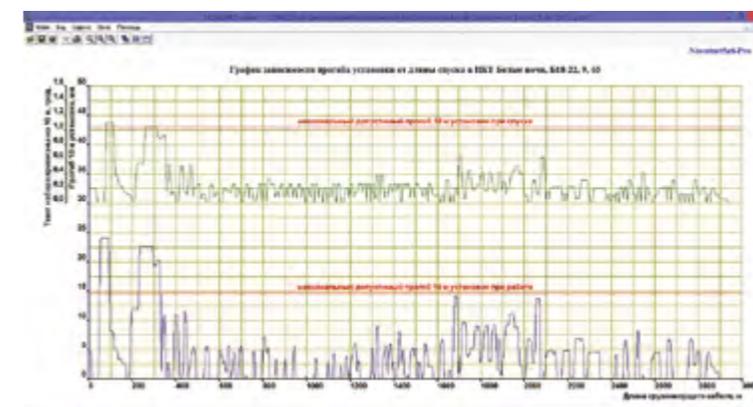


Заведующий
сектором ОПГ
Джалаев А. М.

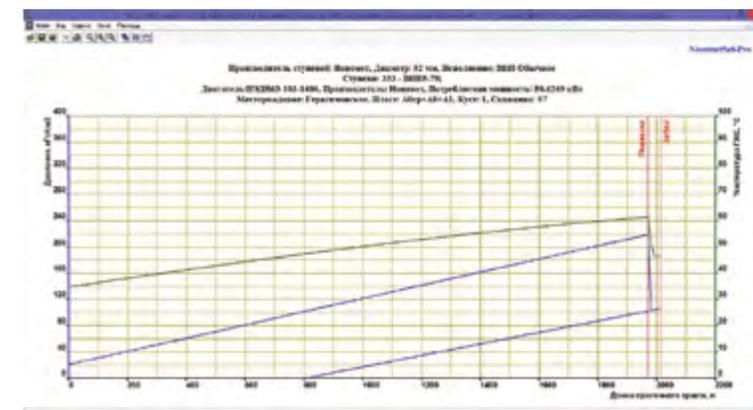


Ведущий
программист
Какузин Е. В.

- Расчет необходимой длины теплоустойчивого кабельного удлинителя.
- Расчет количества ступеней насоса вне рабочего диапазона.
- Моделирование процесса спуска УЭЛН в скважину и вывод графика зависимости максимального прогиба 10 метров установки от длины подвески.
- Моделирование течения в геотермальных скважинах с возможностью паробразования.
- Возможность диагностирования состояния работающей УЭЛН.
- Графическое отображение любого из 39 параметров ГЖС вдоль проточного тракта, а также температуры жилы кабельной линии по всей длине.



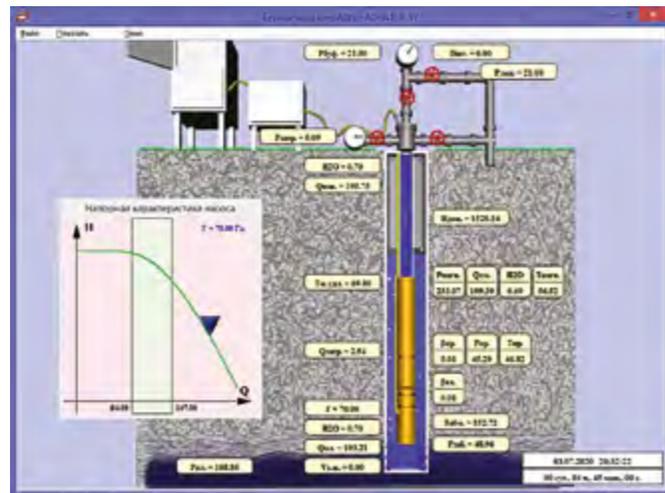
Графики
прогибов и темпа
набора кривизны



Графики
давления и
температуры

- Подбор и моделирование работы «танDEMов» (ЭЛН + струйный аппарат).
- Блок вывода скважины на режим.
- Подбор и моделирование работы УЭЛН в периодическом режиме.
- Подбор и моделирование работы УКЭЦН.
- Минимальное число исходных данных.
- Удобство и простота интерфейса пользователя.

Необходимо отметить огромный вклад в совершенствование и создание новых возможностей программы и ее интерфейса ведущего программиста ОП С. В. Щеголева, ко-



Ведущий программист Щеголев С. В.

Блок вывода скважины на режим

который присоединился к работе над программой в 2010 г., создал, в частности, анимацию процесса вывода скважины на режим.

Развитие программы происходит непрерывно с целью расширения условий применения. Совершенствуются алгоритмы (в дополнение к адаптационным коэффициентам, делающим возможность настройки на специфику конкретных месторождений, введены корреляции), создаются новые блоки. Сейчас, например, совместно со специалистами ИТЦ АО «Новомет-Пермь» решается задача определения возможности спуска установки на грузонесущем кабеле под действием собственного веса.

Многофункциональный стендовый комплекс

Появление Испытательно-сертификационного центра (ИСЦ) явилось одним из первых результатов сотрудничества ОАО «ОКБ БН КОННАС» с АО «Новомет-Пермь», начавшегося в 2008 году.

Перед вновь созданным подразделением, руководителем которого был назначен Кропоткин Александр Алексеевич, ставилось несколько задач по следующим основным направлениям.

Во-первых, это модернизация основной лаборатории испытаний погружных на-

сосов в строениях 4 и 5. В ходе данной работы был проведен капитальный ремонт лаборатории и офиса для работников ИСЦ, созданы два стенда испытаний погружных насосных установок мощностью до 310 кВт (стенд КИВУ-310-2000) и мощностью до 1000 кВт (стенд КИВУ-1000-10000), которые позволяют сегодня испытывать установки любых существующих габаритов.

Во-вторых, проведение собственно испытаний, причем испытаний уни-



Лаборатория в строении 4 после ремонта и модернизации

кальных, основанных на принципе испытания погружной установки в целом, а не отдельных ее частей. Во время таких испытаний отрабатывается монтаж и демонтаж установок, вывод на режим, снятие напорно-расходных и энергетических характеристик.

В 2012 году компания «Новомет» и ОКБ БН КОННАС решаются на проект по созданию стендового комплекса для испытаний погружных установок с имитацией осложненных условий эксплуатации. Проект стартует в сотрудничестве с РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, правительством РФ и в 2013 году заканчивается созданием многофункционального стендового комплекса, в состав которого входит и ИСЦ.

Руководителем стендового комплекса в 2014 году назначается заместитель директора по техническим вопросам ОП ОКБ БН Олег Алексеевич Толстогузов, под руководством которого начались непрерывная модернизация и оснащение МСК ИСЦ новым оборудованием.

Вновь созданные стенды позволяют проводить испытания, при которых имитируются реальные эксплуатационные условия, такие как повышенная температура, прорыв газа в скважину, одновременно-раздельная эксплуатация пластов, высокая вязкость флюида. Такие испытания оказались крайне востребованными для Новомета с его широчайшей номенклатурой производимого оборудования.

Также на площадке МСК ИСЦ идея демонстрации достижений и возможностей



Испытание погружной установки

оборудования производства «Новомет» реальным и потенциальным заказчикам из всех нефтедобывающих регионов мира. Это создало дополнительные конкурентные преимущества для нашей компании, особенно с учетом расположения в Москве, обеспечившего транспортную доступность.

Одним из важных направлений деятельности МСК ИСЦ явилось взаимодействие с российскими вузами, в первую очередь с НИУ РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, сотрудники которого принимали участие в разработке испытательного оборудования.

На базе нашего центра проходят практику студенты Губкинского университета, а также Российского университета дружбы народов (РУДН) из России, Украины, Казахстана, Азербайджана, Узбекистана, Кыргызстана, Туркменистана, Таджикистана, Китая, Ирака, Боливии, Венесуэлы, Гвинеи, Гвинеи-Бисау, Конго, Кот-д'Ивуара, Йемена, Алжира, Лива-

Приезд студентов РУДН



на, Мозамбика, Эквадора и Королевства Бахрейн.

Кроме того, сейчас стенды ИСЦ используются как площадка для проведения тренингов и обучения персонала заказчика и собственных сервисных служб ГК «Новомет».

Сейчас в ИСЦ входят 7 современных автоматизированных стендов для испытаний полнокомплектного нефтепогружного оборудования, в том числе вертикальные стенды-скважины глубиной до 120 м, а также научно-исследовательская лаборатория физико-химического анализа модельных жидкостей и нефтяных дисперсных систем.

Испытательное оборудование МСК ИСЦ

Применяемое испытательное оборудование безо всякой натяжки можно именовать уникальным для России и единственным в мире.

В отличие от других производителей нефтепогружного оборудования, прово-

дящих прямо-сдаточные испытания отдельных секций оборудования в условиях производства в горизонтальном положении, стенды-скважины обеспечивают проведение испытаний полнокомплектных установок, включающих погружные электродвигатели с системой телеметрии, гидрозащиты, погружные насосы всех типов, входные модули и предвключенные устройства. Испытания проводятся при вертикальном положении оборудования, позволяющем оценить все нюансы его монтажа и работы в условиях, максимально приближенных к реальным.

Основные особенности каждого из этих уникальных стендов и решаемый с их помощью круг задач рассмотрены ниже.

Стенды для испытания и сертификации погружных насосных установок в вертикальном положении (**стенды-скважины КИВУ-310 и КИВУ-1000**) предназначены для проведения приёмо-сдаточных, параметрических и классификационных испытаний погружных насосных установок.

Построены они по одинаковой принципиальной схеме, различаются величиной подачи (2000 и 10000 м³/сут) и мощностью испытываемого оборудования (310 и 1000 кВт) соответственно.

Стенды расположены в общем здании, конструктивно включают по две вертикальные скважины (глубиной 30, 38, 50 и 52 метра) для спуска испытываемого оборудования, подземный резервуар для рабочей среды, систему наземных трубопроводов и РВД, дистанционно управляемую запорно-регулирующую арматуру

и средства измерения, а также силовые линии, трансформатор и коммутационные шкафы. КИВУ-1000 дополнительно имеет плиту захватов с тройниками, выполняющую роль фонтанной арматуры. Управление стендами дублированное (дистанционное из помещения операторской и ручное).

Различные схемы подключения и сменные рабочие колонны на стендах КИВУ позволяют снимать напорно-расходные характеристики (НРХ), в автоматическом режиме определять энергетические параметры установок, определять вибрационные и тепловые характеристики, а также производить ресурсные и циклические испытания.

Стенды активно используются для проведения испытаний установок на кабель-канате Colibri ESP.

Стенд-скважина ТЕРМО был создан для испытаний погружного оборудования при повышенных температурах и на вязких жидкостях с температурой до 250°C, а также реализации испытаний на длительную выдержку и термоциклирование.

Конструктивно стенд состоит из скважины глубиной 50 м со сменной рабочей колонной максимальным габаритом 245 (внутренний диаметр 212,5 мм), блока терморегулирования с расширительным баком, системами измерения подачи, напора, температуры. В скважину на НКТ спускается полнокомплектная установка, включающая в себя ПЭД, гидрозашиту, входной модуль, секции насоса, кабель и ТМС.



КИВУ-310-2000,
готовый к
испытаниям
установки
2-го габарита

На поверхности находится станция управления с частотным регулированием и повышающий трансформатор. Допускается спуск оборудования и УЭЦН габаритов от 2 до 9.

Нагрев кремнийорганической жидкости осуществляется за счет работы УЭЦН и с помощью специального проточного нагревателя мощностью 70 кВт по циркуляционному циклу. Блок термостабилизации обеспечивает поддержание заданной температуры (до 250°C) или скорости нагрева по показаниям термодатчиков.

Стенд-скважина для ОРЭ был создан для разработки и испытания оборудования, отвечающего современным требованиям эксплуатации многопластовых залежей.

Стенд представляет собой скважину глубиной 120 м с 146-й колонной (внутренний диаметр 130,6 мм) и тремя независимыми каналами подачи жидкости в скважину. Предусмотрена возможность



Испытание
термостойкой
установки
«Новомет»

установки пакеров. В скважину опускается погружное оборудование для снятия характеристик, определения работоспособности заданной схемы эксплуатации.

При помощи стенда ОРЭ решаются следующие задачи:

- испытание оборудования для одновременной эксплуатации 2 или 3 пластов;

- изучение технологической специфики и работоспособности установок ОРЭ двух и более продуктивных пластов;
- отработка оптимальных конструкций установок ОРЭ;
- приемо-сдаточные испытания установок ОРЭ;
- испытание узлов переключения и регулирования подачи из разных пластов;
- отработка технологий установки/снятия пакеров, в т. ч. испытания пакеров при избыточном давлении снизу и сверху;
- монтаж и испытание поликомпонентных добывающих систем, в т. ч. испытание систем УЭЦН, включенных по схеме «тандем»;
- испытание и освоение технологии проведения геофизических исследований с использованием байпасных систем;
- испытание блоков телеметрии для систем с байпасными устройствами;
- обучение сервисных служб работе по монтажу и запуску систем ОРЭ;
- оптимизация монтажных работ по спуску сложных насосных систем.

Стенд АСПО-СОЛЬ, включающий блок «АСПО» для моделирования асфальто-смолисто-парафиновых отложений на рабочих органах ЭЦН и блок «СОЛЬ» для моделирования отложений солей на рабочих органах ЭЦН и их элементов, работает в среде водных растворов солей карбонатов кальция и углекис-

лоты, при максимальном давлении 30 атм, максимальной рабочей температуре 90°C и подаче до 500 м³/сут.

Блок «АСПО» создавался с целью разработки конструкций и технологий для предотвращения отложений АСП-веществ на элементах ЭЦН и решения задач по определению температуры и скорости отложения парафинов и асфальтенов в ЭЦН и трубных элементах, а также разработки технологий для их предотвращения.

Блок «СОЛЬ» позволяет имитировать процессы солеотложения в ЭЦН и их элементах, производить подбор материалов, покрытий и ингибиторов для снижения солеотложения при разработке конструкций и технологий для предотвращения отложений солей.

Стенд-скважина для исследования погрузного оборудования в условиях подачи газожидкостной смеси и при повышенном давлении на приеме (ГЖС) был создан для разработки оборудования с характеристиками, превышающими мировой уровень в средах с высоким содержанием газа, а также для модернизации модуля программы NovometSel-Pro при работе с газом и многофазными жидкостями.

Конструктивно стенд ГЖС состоит из:

- скважины глубиной 50 м со сменной рабочей колонной максимальным габаритом 245 мм (внутренний диаметр 212,5 мм),
- блока подготовки жидкости требуемого состава,

- блока формирования ГЖС с заданным газосодержанием,
- блока сепарации газа и хранения модельной ГЖС,
- блока изменения обводненности модельной смеси,
- блока поддержания температуры модельной ГЖС,
- блоков измерения расхода жидкостей и газов в разных сечениях скважины и установки,
- системы очистки скважины от ГЖС.

Предусмотрена возможность моделирования прорыва газа на вход УЭЦН.

Основные параметры стенда:

- давление на приеме УЭЦН до 30 атм;
- давление ГЖС на устье до 200 атм;
- габарит УЭЦН 2А–7А;
- подача по смеси до 1500 м³/сут;
- максимальное газосодержание 70 %.

Стенд ВСВ для испытаний установок вибросейсмического воздействия на пласт и имитационной системы «ПЛАСТ–УВСВ» был создан для исследования влияния упругих волн на коэффициент вытеснения нефти, определения характеристик установок вибросейсмического воздействия (УВСВ) при их различных конструктивных исполнениях и разработке вибросейсмического оборудования, оптимизированного по цене, эффективности воздействия и ресурсной надежности.

Испытание установки одновременно-раздельной добычи и закачки в пласт



Основные параметры стенда:

- давление, развиваемое ЭЦН – до 10 атм;
 - максимальный габарит ЭЦН – 5А;
 - максимальная подача жидкости – 500 м³/сут;
 - температура жидкости – до 60°C.
- Основные параметры имитационной системы «Модель пласта – УВСВ»:
- диаметр модели пласта – до 1 500 мм;
 - расход вытесняющего агента – до 2 л/час;
 - давление на выкиде объемного насоса – до 40 МПа;
 - частота ударов по модели пласта – до 10 уд/мин.

Лаборатория исследования физико-химических свойств пластовых жидкостей и пен на их основе была создана с целью повышения надежности нефтесто-

бывающего оборудования в условиях интенсивного соле-, парафино- и АСПО-отложений, а также для модернизации программы NovometSel-Pro в части блоков работы с газом и вязкими жидкостями.

Основными задачами, стоящими перед лабораторией, являются описание реологических свойств пластовых жидкостей и пен в широком термобарическом интервале, а также определение при разных давлениях температуры начала процессов выпадения солей, парафинов, АСПО и кристаллогидратов, исследование интенсивности этих процессов и влияния на них ингибиторов.

Надо отметить, что все стенды оснащены специально разработанными трансформаторами ТМПНГ-1200/6-АУХЛ1 с расширенным диапазоном по напряжению (600–6025 В) и мощности (234–1200 кВА),

изготовленными по спецзаказу Минским электротехническим заводом имени В. Козлова, что позволило кратно сократить время и трудозатраты при сборке электрической схемы для каждого испытания.

Модернизация стендов

За период с 2015 по 2020 год для испытания оборудования со всеми повышающимися характеристиками часть стендов была глубоко модернизирована. В частности, полностью заменен на кремнийорганический теплоноситель стенда-скважины «Термо», что позволило повысить температуру испытаний оборудования со 180°C до 250°C при давлениях до 25 МПа. Параллельно с этим для безопасности персонала была установлена система видеонаблюдения и усовершенствована система дистанционного управления стендом при помощи мнемосхемы с удаленного рабочего места оператора.

В 2019 году для испытания перспективных моделей погружных насосов 8, 9 и 10-х габаритов глубокой модернизации подвергся стенд КИВУ-1000-10000. Сотрудниками ИСЦ совместно со специалистами отдела нестандартного оборудования АО «Новомет-Пермь» создана вторая нитка трубопроводов наземной части стенда, установлена необходимая запорно-регулирующая арматура и средства измерения, оснастка для испытаний высокодебитных насосов, в т. ч. увеличенные полухомуты плиты захватов, обновлено программное обеспечение.



Стенд ТЕРМО и ГЖС, операторская



Испытания наземных агрегатов

Проведенные работы позволили поднять верхнюю границу диапазона подачи испытываемого оборудования с 10 000 до 18 000 м³/сут и испытывать погружные установки до 10-го габарита включительно, а также наземное оборудование для систем поддержания пластового давления.

Коллектив ИСЦ

Следует отметить особую заслугу коллектива ИСЦ, принявшего самое дея-



Сотрудники ИСЦ 2012 год

тельное участие в разработке, проектировании, строительстве, пусконаладочных работах оборудования стендов. В связи с исследовательским характером решаемых в ИСЦ задач проведение практически каждого испытания новой единицы погружного оборудования и его монтаж требуют индивидуальной настройки стендов, подбора параметров и режимов эксплуатации эмпирическим путем. Это требует от оператора-исследователя высочайшей квалификации и понимания всех происходящих процессов как в «наземной» части, так и в погружной.

Костяк исследовательской команды составили:

- ведущий инженер Пугачев Владислав Александрович,
 - инженер-испытатель Викулов Михаил Александрович;
- а также династия:
- инженер-испытатель Котельников Александр Федорович,

- ведущий инженер-исследователь Котельников Алексей Александрович.

В 2016 году к ним присоединились ведущий инженер Сулейманов Азер Тельманович и ведущий инженер-исследователь, к. т. н. Зорин Константин Михайлович, в 2019 году возглавивший ИСЦ.

В настоящее время коллектив ИСЦ также составляют слесари-сборщики, операторы стен-

дов Охотников Максим Борисович, Рогов Павел Юрьевич, Базаров Розынкулы Аманбаевич, обеспечивающие проведение испытаний на стабильно высоком качественном уровне.

В разные годы вместе с нами работали слесари-сборщики и испытатели Крылов Борис Александрович, Попов Николай Егорович, Бушманов Александр Павлович, Малявко Евгений, Каракетов Азарий.

Хочется отметить царящую в ИСЦ особую доброжелательную и конструктивную атмосферу, готовность совместно решить любую задачу, возникающую в ходе испытаний.

Практически все новые перспективные разработки компании АО «Новомет-Пермь» прошли через руки сотрудников ИСЦ, создавая дополнительную мотивацию для творческой работы как самих испытателей, так и для разработчиков оборудования, во многом опирающихся на результаты исследований и испытаний, проведенных коллективом ИСЦ.

Заключение

Общее количество проведенных в МСК ИСЦ испытаний за период 2010–2020 гг. составило порядка трехсот, при этом за последние 5 лет зафиксирован постоянный рост числа испытаний, ставший возможным за счет создания новых и модернизации существующих стендов.

Среди наиболее интересных и перспективных видов испытанного в ИСЦ оборудования можно отметить следующее:

- ColibriESP 2-й, 3-й габарит,
- геотермальные установки,
- байпасные системы для работы на шельфе,
- энергоэффективные установки «перевернутого» типа,
- дуальные системы,
- вихревая труба,
- винтовые насосы,
- ОРНЦ,
- разные типы гидрозашит,
- газосепараторы-диспергаторы,
- пакеры,
- клапаны отсечные и обратные,
- системы телеметрии,
- кабельные удлинители,
- различные типы муфт (кулачковые), «со смещенным» валом,
- испытание и наладка станций управления.



Монтаж установок



Ветераны ИСЦ Попов Николай Егорович (слева) и Крылов Борис Александрович

Оборудование, прошедшее в ИСЦ ОКБ БН через различные типы испытаний, используется всеми ведущими российскими нефтегазовыми компаниями (Газпромнефть, Роснефть, ЛУКОЙЛ, Сургутнефтегаз, Славнефть), а также многими зарубежными заказчиками.

Международный центр обучения в ОКБ БН

Стремительно растущий бизнес компании Новомет на зарубежных рынках столкнулся с вопросом подготовки зарубежных кадров для работы с установками, производимыми компанией.

В начале 2015 года генеральным директором Максимом Перельманом и директором департамента ВЭД Полиной Плотниковой было принято стратегическое решение об организации на базе

ОКБ БН международного центра обучения полевых инженеров.

В задачи нового центра входило:

- обучение персонала компании монтажу и демонтажу установок производ-





Теоретические занятия в Центре

ства Новомет – как серийных, так и инновационных;

- запуск и вывод на режим установок с использованием наземного оборудования Новомет;
- отработка алгоритмов решения технических проблем при запуске и в процессе эксплуатации.

Курс обучения включал в себя как теоретические занятия с экспертами по

направлениям, так и практику на скважинах ОКБ БН с реальным запуском установок и выводом их на режим.

Уже в июне 2015 года первая группа студентов из зарубежных локаций компании Novomet FZE под руководством главного инструктора полевого персонала Андрея Осокина и тренера Андрея Новоселова успешно прошли обучение особенностям монтажа и запуска погружного оборудования.

Конкретные темы:

- компрессионный насос,
- насос малого габарита с вентильным двигателем,
- монтаж секционного двигателя с секционным кожухом,
- сработка кабельной линии с капиллярной трубкой,
- работа с СУ разных производителей.

За период с 2015 года по настоящее время было проведено множество тренингов для представителей зарубежных лока-

ций нашей компании из таких стран, как Румыния, Аргентина, Индонезия, Ирак, Судан, Египет, Колумбия, Канада и др.

Хочется сказать огромное спасибо Андрею Осокину – руководителю, который организовывал центр обучения и проводил первые тренинги, а также сотрудникам компании, которые в настоящий момент проводят обучение полевых инженеров: Михаилу Дернову, Мураду Эльфарнавани, Дмитрию Меюсу и многим другим.



Работая в едином механизме

Динамичная, творческая и созидательная работа в ОКБ была бы невозможна без налаженного функционирования «внутренних» служб предприятия. Финансовые, транспортные, кадровые, технические вопросы решаются по мере их возникновения – быстро, качественно и практически незаметно со стороны.

Администрация ОКБ БН КОННАС – дружный и сплочённый коллектив, который возглавляет обаятельная женщина, и в то же время строгий и требовательный заместитель генерального директора по общим вопросам Ирина Анатольевна Гулова.

Коллектив бухгалтерии много лет возглавляет ветеран ОКБ БН Светлана Александровна Клокова. Под ее руководством трудятся доброжелательные и отзывчивые Людмила Алексеевна Поцелуева и Оксана Владимировна Чурикова. Интересно, что сама Светлана Александровна в ОКБ – с 1975 года, вышла замуж за окаявца, и теперь она – трижды счастливая бабушка.

Охрану труда на предприятии обеспечивает Светлана Ивановна Канина, а архивом много лет заведовала Людмила Алексеевна Артемова.

У секретаря генерального директора Ольги Владимировны Гурушкиной есть сестра – специалист по испытаниям ступеней Ирина Владимировна Потапова, которая периодически замещает ее в секретарском кресле. Информационными технологиями занимается инженер Владимир Колесников, пожарная безопасность предприятия – в ведении инженера Николая Мясникова.



Заместитель генерального директора
Ирина Анатольевна Гулова

Работа с персоналом компании лежит на хрупких плечах специалиста по кадрам Татьяны Михайловны Рыбаковой.

Говоря про кадры, хочется с теплотой вспомнить Надежду Александровну Серебрякову, которая много лет отработала в ОКБ.

Охрану предприятия обеспечивает служба контроля во главе с Ниной

Знакомьтесь,
бухгалтерия
ОКБ БН –
главный
бухгалтер
Светлана
Александровна
Клокова (сидит)
и Оксана
Владимировна
Чурикова



Ирина Владимировна Потапова (сидит) и специалист по кадрам Татьяна Михайловна Рыбакова



Административно-хозяйственный отдел



Александровной Кирилловой. Контролеры СК: Гасан Бахрам оглы Исмаилов, Игорь Яковлевич Талаш, Ирина Юрьевна Васильева, Елена Вячеславовна Комиссарова, Ирина Сергеевна Кулинова, Константин Иванович Давыдов.

Поддержанием в работоспособном состоянии зданий и ремонтом помещений в ОКБ БН занимается Отдел ремонтно-строительных работ во главе с Азером Тельмановичем Сулеймановым. Энергетика ОКБ БН в надежных руках Сергея Валерьевича Царькова, Петра Юрьевича Потапова и Хабиба Одинаева. Обслуживание и ремонт зданий на плечах Равшана



Служба контроля



Отдел ремонтно-строительных работ

Ведущий инженер
АХО Надежда
Викторовна
Буянова

Транспортный
участок:
слева – начальник
участка Сергей
Викторович
Макаров,
справа – Михаил
Николаевич
Кулешов

Иван Викторович
Овчинников

Киличовича Ашурбобоева, Сатторали Саймуродовича Зоидова и Абдуллы Романовича Ашурбобоева.

Очень важная функция – поддержание порядка и создание уюта на предприятии – осуществляется административно-хозяйственным отделом, возглавляет который Екатерина Викторовна Савченко.

Хочется отметить Надежду Викторовну Буянову, Марию Федоровну Булигу, Замиру Куйсуновну Султонову, Зарифат Ихтияровну Джораеву, Юрия Анатольевича Воронова, Андрея Анатольевича Андреева.

Перевозку пассажиров и логистику грузов внутри предприятия осуществляет транспортный участок во главе с Сергеем Викторовичем Макаровым. Сотрудники участка: Иван Викторович Овчинников, Михаил Николаевич Кулешов, Розыкулы Аманбаевич Базаров.



Мемориальная доска основателю и первому руководителю ОКБ БН Богданову Александру Анатольевичу



Фасад административно-конструкторского здания, 1955 г.



Лаборатория испытаний установок, строение № 4



На субботнике, 1975 г.

В отделе центробежных насосов.
Слева направо:
Лебедева Н. Д., Никуличев Е. П.,
Рыженков А. Н., Красиков Г. А.,
Протас Э. С., Воронов А. Н.



