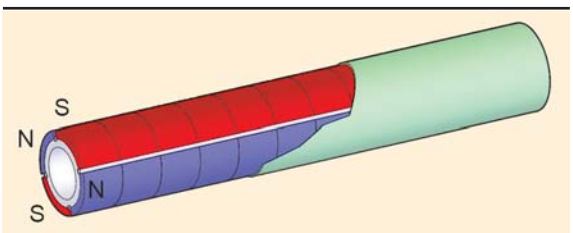
САГАЛОВСКИЙ Андрей Владимирович
Заместитель генерального директора ООО «ПК «Борец», директор Центра разработки нефтедобывающего оборудования

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ВЕНТИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ КОМПАНИИ «БОРЕЦ» – НОВЫЙ ШАГ В ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИИ

Разработка первых вентильных электродвигателей для нефтегазового комплекса началась в 1994 году, когда произошло резкое сокращение оборонных заказов и специалистам оборонных предприятий пришлось искать новое применение своим высокоэффективным технологиям. Первые вентильные электродвигатели для ТЭК появились в 1996 – 1997 годах. Основное отличие вентильных электродвигателей от асинхронных состоит в конструкции их роторов. Одной из основных проблем в технологии изготовления вентильных электродвигателей явился способ крепления магнитов на роторе. Эволюция разработки технологии крепления магнитов прошла три этапа (поколения).

Первая конструкция секций ротора (поколение I) выполнялась по упрощенной, но трудоемкой технологии «клеевого соединения» (см. *«Первоначальная технология крепления магнитов на роторе»*). На втулке создавались направляющие элементы для установки магнитов. Магниты фиксировались на втулке с помощью клеевого соединения. Для надежного крепления магнитов с поверхностями втулки требовалась точная шлифовка магнитов по внутренней и боковым поверхностям под реальные размеры втулки а также шлифовка по наружной поверхности магнитов для надежного крепления с наружными поверхностями цилиндров из нержавеющей стали. Такая технология не позволяла обеспечить серийное производство роторов с требуемым качеством.

Первоначальная технология крепления магнитов на роторе

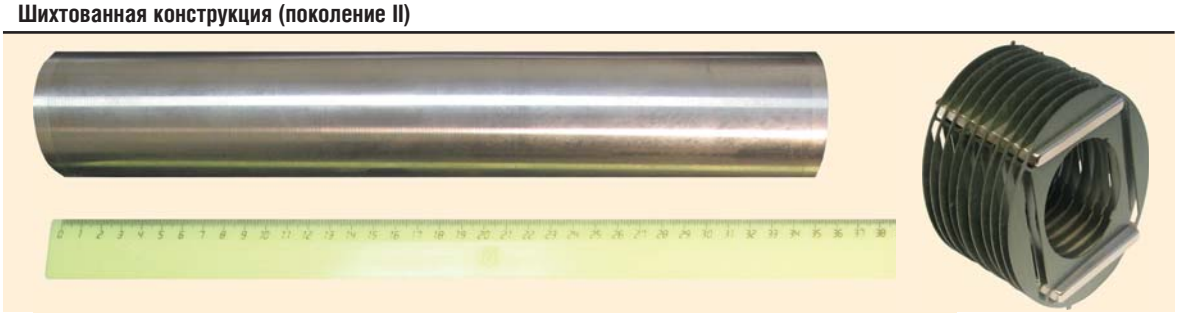


Второй тип конструкции ротора – шихтованная конструкция (поколение II) (см. *«Шихтованная конструкция (поколение II)»*) получила массовое распространение с 2001 года, когда основные разработчики освоили производство электродвигателей с шихтованной конструкцией ротора и магнитами прямоугольной или дугообразной формы.

Производственная компания «Борец» стала одной из первых компаний-производителей, которая освоила серийный выпуск этой конструкции. Конструкция ВЭДБ обеспечила достаточно надежную эксплуатацию и способствовала широкому внедрению ВЭДБ на нефтяных промыслах с различными осложняющими пластово-скважинными условиями. Их преимущества широко освещены в материалах отраслевых конференций, периодических изданиях и в рекламных материалах производителей.

Производственная компания «Борец» впервые в мировой практике разработала третий тип конструкции ротора вентильного электродвигателя (III поколение),

Шихтованная конструкция (поколение II)



Магнитный элемент ротора с высококоэрцитивными спеченными магнитами (поколение III)

Магнитный элемент ротора из магнитотвердого магнитопласта

В технологии изготовления вентильного электродвигателя «Борец» нового поколения использованы современные достижения в области физики магнитных явлений, нанотехнологий и конструкционных полимерных материалов

в которой механическую нагрузку несет конструкционный полимерный материал нового поколения вместо шихтованной магнитопроводящей стали, используемой во II поколении конструкций роторов. Разработка этого типа крепления осуществлена Центром разработки нефтедобывающего оборудования ПК «Борец» в 2009 году. В технологию изготовления данной конструкции заложены современные достижения в области нанотехнологий, физики магнитных явлений и конструкционных полимерных материалов.

В настоящее время существует два варианта изготовления роторов III поколения. Первый вариант – магнитный элемент ротора с высококоэрцитивными спеченными магнитами на основе редкоземельных материалов, устанавливаемый в вентильных двигателях типов 12ВЭДБТ-117/3 В5, 12ВЭДБТТ-117/3 В5 и 5ВЭДБТ-117/6 В5 производства ПК «Борец» (см. «*Магнитный элемент ротора с высококоэрцитивными спеченными магнитами (поколение III)*»).

Второй вариант – магнитный элемент ротора из магнитотвердого магнитопласта – композитного материала с наполнителем из порошка на основе редкоземельных материалов, устанавливаемый в двигатели 13ВЭДБТ-117/3 В5 (см. «*Магнитный элемент ротора из магнитотвердого магнитопласта*»).

Компания «Борец» разработала инновационную конструкцию магнитных роторов, использующих самые современные технологические достижения мирового уровня

Принципиальными преимуществами конструкции ротора с залитыми спеченными магнитами являются:

- снижение общих потерь ВЭДБ до 20% за счет полного отсутствия потерь в роторе и снижения статорных потерь из-за отсутствия искажения поля реакцией якоря;

Существенным преимуществом ВЭД с залитыми спеченными магнитами является возможность его эксплуатации в скважинах с пластовой температурой до 200°С

- повышение допустимой температуры пласта, при которой могут эксплуатироваться ВЭДБ, до 200°С;

- повышение частоты вращения ВЭДБ до 6000 об/мин без проведения трудоемкой балансировки секций ротора и создания дополнительных конструкций охладителей, увеличивающих габариты двигателей;

- возможность увеличения рабочего магнитного потока за счет его уплотнения в рабочей зоне текстурированием структуры спеченного магнита методами нанотехнологий по мере их развития, что позволит увеличить мощность двигателя не менее чем на 15%.

Наполнение магнитопласта химически стойким полимером значительно увеличивает коррозионную стойкость ВЭД

Принципиальными преимуществами конструкции ротора из магнитопласта являются:

- увеличение рабочего магнитного потока до 30% по сравнению со значением этого параметра в импортных магнитопластах и приближающееся к уровню рабочего магнитного потока спеченных магнитов. Уплотнение магнитного потока магитопласта достигается путем использования новых технологий: текстурирование структуры магнитопласта методами нанотехнологий и прессованием его в магнитном поле;

- устойчивость к коррозии, достигаемая за счет использования впервые разработанной технологии наполнения магнитопласта химически стойким полимером;

- значительное (до 20%) снижение себестоимости изготовления ротора вентильного электродвигателя по сравнению с роторами шихтованной конструкции при одной и той же мощности электродвигателей.

Вентильные электродвигатели, выполненные с роторами III поколения, не имеют аналогов в мировой практике и являются продуктом высоких технологий и ноу-хау мирового уровня.