

## ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГЛАВНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ БУРОВЫХ УСТАНОВОК

С.А. Чупин, В.Я. Слепнев, Э.В. Шульгин, М.А. Шапурко  
(ООО НТЦ "Приводная техника")

*Рассмотрены основные преимущества применения в буровых установках частотно-регулируемых электроприводов на IGBT-транзисторах по сравнению с тиристорными приводами постоянного тока и преобразователями частоты с управляемым выпрямителем на входе.*

Требования к современным промышленным установкам растут с каждым днем. Нефтегазовая промышленность не является исключением, несмотря на консервативность, характерную для данной отрасли. Современные технологии буровых работ предъявляют повышенные требования к надежности бурового оборудования. Как следствие, наблюдается рост потребности в более совершенном, современном, надежном, высокотехнологичном оборудовании.

Вновь вводимое в эксплуатацию буровое оборудование производители стремятся оснастить современными технологиями и создать максимально комфортные и безопасные условия для работы обсуживающего персонала. Немаловажным фактором в современном производстве является также энергосбережение и ресурсосбережение. Энергосберегающая функция в основном связана с применением частотно-регулируемых приводов, а обеспечение безопасности и удобства в обслуживании достигается за счет применения современных средств автоматизации.

Оценивая уровень бурового оборудования, выпускаемого отечественными заводами, к сожалению, приходится констатировать, что оно в настоящее время по ряду параметров (долговечности, надежности, удобству эксплуатации и т.д.) отстает от лучших зарубежных образцов.

Кроме того, говоря о нефтегазовой промышленности в России, стоит сказать, что в настоящее время более 80% находящегося в эксплуатации оборудования является морально устаревшим, до сих пор использующим расточительные способы регулирования с помощью дросселей, задвижек и тормозных муфт, "рассеивая полезную энергию в воздухе". Это в полной мере относится и к буровым установкам.

Буровые установки являются основным и наиболее сложным звеном в процессах нефтедобычи и обладают наиболее сложными технологическими требованиями.

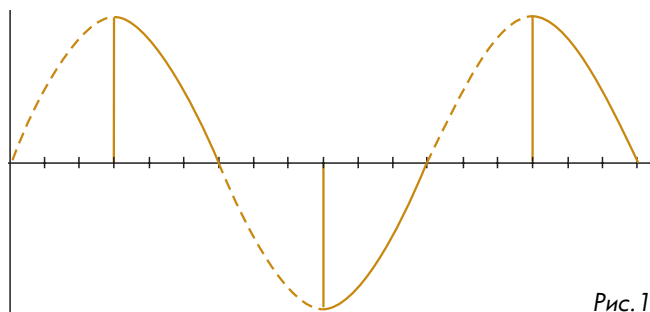


Рис. 1

Современные буровые установки оснащаются регулируемыми электроприводами главных технологических механизмов. Регулируемые приводы способствуют повышению надежности механизмов за счет упрощения кинематических систем передач, обеспечения плавности пуска и ограничения моментов нагрузки механизмов; позволяют резко повысить производительность буровой установки, что имеет большое экономическое значение. Высокий технико-экономический эффект достигается также за счет увеличения КПД, облегчения монтажа и транспортировки, улучшения условий труда персонала.

Наиболее полно технологическим требованиям буровых работ отвечает электропривод с большой глубиной регулирования. Поэтому современную буровую установку невозможно представить без регулируемого электропривода.

В настоящее время в России основную часть буровых установок составляют установки с электроприводом главных механизмов, выполненным по системе "тиристорный преобразователь — двигатель постоянного тока". Глубокое регулирование скорости в таких приводах обеспечивается за счет изменения напряжения, приложенного к якорю двигателя, и изменением тока в обмотке возбуждения двигателя.

Однако использование приводов постоянного тока влечет за собой массу проблем. Одним из наиболее неприятных факторов при работе тиристорных преобразователей является искажение ими питающей сети.

Специфика работы тиристорного преобразователя такова, что для получения нужного напряжения (ниже номинального) тиристорный преобразователь использует часть синусоиды питающего напряжения (рис. 1).

Включаясь в нужные моменты времени, преобразователь проводит ток только в определенной части синусоиды, снижая тем самым напряжение, которое подается на двигатель. Таким образом, тиристорный преобразователь потребляет из сети ток несинусоидальной формы. Это приводит к тому, что питающая сеть искажается и насыщается помехами. Кроме того, учитывая, что зачастую буровые установки находятся на значительном расстоянии от источника электроэнергии, то есть имеют протяженную линию электропередачи, а мощности основных механизмов буровой установки весьма значительны, броски тока в моменты коммутации тиристоров преобразователя постоянного тока вызывают провалы напряжения, что вызывает сбой в системе электроснабжения. С умень-

шением скорости привода эти неприятные явления усиливаются, а при установке нескольких тиристорных преобразователей возрастают многократно. Все эти факты приводят к тому, что в работе буровых установок возникают частые сбои, которые приводят к значительным материальным затратам.

Также стоит сказать, что при использовании двигателей постоянного тока в качестве приводов главных механизмов возникают трудности, связанные с наличием у двигателей постоянного тока щеточно-коллекторного узла, который нуждается в частом обслуживании. Наличие коллектора делает привод постоянного тока менее надежным и безопасным.

Для компенсации реактивной мощности, потребляемой из сети тиристорным преобразователем, необходимо предусмотреть на буровой установке фильтрокомпенсирующие устройства, которые являются весьма громоздкими и дорогостоящими.

Благодаря современным достижениям в области преобразователей частоты переменного тока, в последнее время активно ведутся работы по замене устаревших систем "тиристорный преобразователь — двигатель постоянного тока" на главных приводах буровых установок на более совершенные и надежные системы "преобразователь частоты — асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором". Например, современные преобразователи частоты, выпускаемые мировым лидером в производстве электроприводов, компанией АВВ<sup>1</sup> (Швейцария), достигают мощностей 4300 кВт, являются высокотехнологичными, имеют высокую степень надежности и, как правило, не превосходят по цене тиристорные преобразователи постоянного тока.

По сравнению с электроприводами постоянного тока электропривод переменного тока имеет следующие преимущества:

- надежность, простота, более дешевый двигатель, не требующий постоянного обслуживания (нет коллекторного узла), что позволяет значительно снизить затраты на эксплуатацию двигателей;
- меньшая, чем в тиристорных преобразователях, относительная величина генерируемых в сеть гармоник;
- высокая электрическая надежность;
- цена комплекта "преобразователь частоты — асинхронный двигатель" сопоставима со стоимостью "тиристорный преобразователь — двигатель постоянного тока".

Как и для преобразователей постоянного тока, для блочных конструкций преобразователей частоты характерен высокий уровень эргономики и ремонтнопригодности, а также малое время восстановительных работ (ремонт производится в основном путем

<sup>1</sup>АВВ — лидер в производстве силового оборудования высокого, среднего и низкого напряжения; продуктов и технологий для автоматизации производственных и технологических процессов. АВВ — одна из крупнейших в мире технологических компаний, офисы АВВ находятся в более чем 100 странах мира. Штаб квартира в Цюрихе, Швейцария. Группа АВВ была образована в 1988 г. слиянием шведской АСЕА и швейцарской ВВС Brown Boveri. История АСЕА началась в 1883 г., а ВВС была создана в 1891 г. В 2003 г. подписано соглашение о партнерстве АВВ и НТЦ "Приводная техника" (г. Челябинск), предлагающего полный комплекс инженеринговых услуг в области систем автоматизированного электропривода и автоматизации промышленных установок, продаж и сервисного обслуживания оборудования электропривода и низковольтной аппаратуры производства компании АВВ.

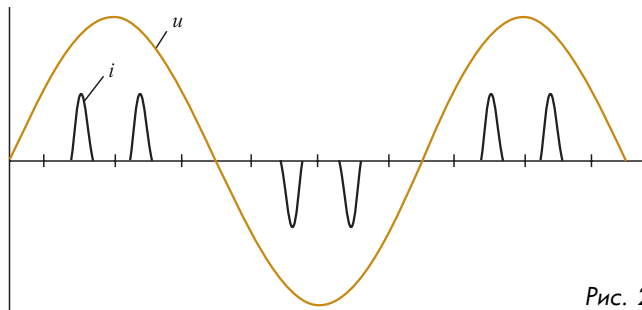


Рис. 2

замены блоков), что является весьма существенным в связи с эксплуатацией буровых установок вдали от ремонтных баз. Также важным достоинством является унификация схем электроприводов, конструкции элементов, функциональных узлов и блоков регулирования преобразователей.

Наиболее перспективными для буровых установок, на наш взгляд, являются многодвигательные электроприводы переменного тока. Данный привод характеризуется наличием выпрямителя, работающего на общие шины постоянного тока, от которых через инверторы запитываются главные приводы буровой установки. Данная система электропривода является очень гибкой и многофункциональной. Конфигурация системы зависит от числа приводов и типа применяемого выпрямителя.

При установке в качестве источника питания преобразователя частоты с неуправляемым выпрямителем (на входе) из питающей сети начинают потребляться пики тока (рис. 2). Это приводит к тем же проблемам, что и в преобразователях постоянного тока, хотя и в гораздо меньшей степени: сеть насыщается помехами, а в моменты появления пиков тока напряжение сети "проседает", что может вызвать сбой в работе электропривода. В значительной степени уменьшить это негативное явление позволяет включение неуправляемого выпрямителя по 12-пульсовой схеме выпрямления.

В буровых установках, вводимых в эксплуатацию в настоящее время, чаще всего применяют частотные электроприводы с неуправляемым, 12-пульсным выпрямителем, поскольку эта схема зарекомендовала себя как наиболее надежная и удобная в эксплуатации. Схемы с 6-пульсовой схемой выпрямления применяются в основном на буровых установках, которые запитываются от индивидуальных дизель-генераторных установок.

В последнее время появилось новое перспективное направление в области преобразовательной техники, основанное на применении рекуперативных приводов, оснащенных IGBT — модулями. В таких

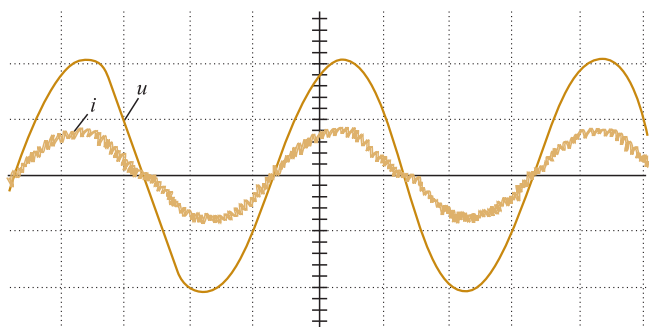


Рис. 3

приводах имеются два преобразователя с модулями IGBT: один на стороне блока питания, другой на стороне двигателя.

Помимо того, что в таких приводах появляется возможность рекуперации в сеть избыточной энергии, управляемый выпрямитель на IGBT-транзисторах позволяет избавиться от недостатка, свойственного тиристорным преобразователям и преобразователям частоты с неуправляемым выпрямителем, то есть позволяет избавиться от пиков тока, потребляемого из сети и потреблять из сети ток синусоидальной формы. Кроме того, IGBT выпрямитель обладает очень высокой, по сравнению с тиристорными преобразователями, устойчивостью к просадкам питающей сети, позволяя не снижать производительности при просадках напряжения.

На рис. 3 представлены экспериментальные осциллограммы тока и напряжения, которые потребляет из сети преобразователь частоты с выпрямителем на IGBT-транзисторах.

*Чупин Сергей Анатольевич – ген. директор, Слепнев Владимир Яковлевич – технический директор, Шапурко Михаил Александрович – инженер-наладчик отдела автоматизации ООО НТЦ "Приводная техника", Шульгин Энвер Валерьевич – начальник отдела приводов и двигателей ООО "АББ Индустри и Стройтехника".*

*Контактный телефоны/факс (3512) 75-14-16, 75-14-17, 75-14-18.  
E-mail: momentum@chel.surnet.ru, Http:// www.momentum.ru*

**Российская консалтинговая компания "Бизнес-инжиниринговые технологии"**

Оказывает услуги по управленческому консультированию, бизнес-обучению, разработке и внедрению современных управленческих технологий. Более 2000 предприятий России, Украины, Белоруссии, Казахстана и дальнего зарубежья являются потребителями продуктов и услуг компании.

**Основные направления деятельности, продукты и услуги**  
*Бизнес-обучение в форме открытых и корпоративных семинаров-практикумов по темам:*

- Методики разработки стратегии и ее реализации через управление бизнес-процессами. Система сбалансированных показателей (Balanced Scorecard – BSC);
- Совершенствование системы управления предприятием на основе описания и оптимизации бизнес-процессов;
- Структуризация компаний и групп. Анализ и оптимизация организационной структуры;
- Повышение эффективности работы структурного подразделения. Разработка ключевых показателей эффективности (KPI/BSC);
- Управление проектами развития и совершенствования деятельности организации;

- От управления качеством к качеству управления. Долговременная конкурентоспособность без существенных капиталовложений;
  - Оптимизация деятельности предприятия на основе современных информационных технологий. Практика внедрения и применения;
  - Финансовая реализация стратегии. Стратегическое бюджетирование, направленное на реализацию BSC;
  - Постановка внутрифирменного бюджетирования – классический и процессный подходы.
- CD-решения "Управленческие бизнес-процессы":**  
 CD-1 (Plus) "Бизнес-процессы"; CD-2 "Стратегия и Проекты"; CD-3 (Plus) "Отраслевое решение "Станкостроительное Объединение"; CD-4 "Отраслевое решение ОАО "Ампер"; CD-5 "Персонал". CD-решения предназначены для повышения эффективности работ по постановке основных систем управления предприятием и содержат методические материалы, различные примеры бизнес-процессов, организационно-функциональных структур, схем распределения ответственности, форм документов, примеры положений и регламентирующих документов предприятий из различных отраслей бизнеса.

*Контактный телефон (095) 788-72-47. E-mail: Info@betec.ru, Http:// www.betec.ru*