

УДК 622.233.05:622.242.2

## Модернизация комплекса энергоснабжения буровых установок

Updating the Set of Drilling Rig Power Equipment



**А.Е. Медведев**  
Тел. (4952) 53-08-12  
a.medvedev@projectunit.ru  
/ГК «Промышленные силовые машины»/

A.E. Medvedev / "Industrial Power Machines" GC/

Рассматривается модернизация комплекса энергоснабжения буровых установок. Приводятся решения по переоборудованию буровых установок с применением дизельных приводов и генераторов и модернизации буровой платформы с переводом энергопитания на систему верхнего привода. Предлагаются к рассмотрению реализованные проекты по приводам ЯСУ-500B2 и по приводам серии PDV. Силовые приводы ЯСУ-500 позволяют обеспечить повышенную надежность и стабильность работы буровой вышки. Серия силовых приводов PDV относится к премиум-классу и имеет достаточно высокую цену, но установки полностью окупают свою стоимость в процессе эксплуатации.

The author considers the updating process for the set of drilling rig power equipment. He provides for the solutions in re-equipping the drilling rigs through the use of diesel drives and generators and the updating the drill site power supply through the application of top drive sets. The author proposes to consider the as-built projects with PD-500B2 drives and for the drives of PDV series. The power drives of PD-500 type enable to ensure the drilling rig higher reliability and stability. The series of PDV power drives is related to a series of premium class and are rather expensive, but these rigs payback for their costs during their operation.

**Ключевые слова:** буровые установки, дизельные приводы, электрогенераторы, микропроцессорные системы управления, энергосбережение.  
**Key words:** drilling rigs, diesel drives, electrical equipment, micro-processing control systems, power saving.

Перед нефтесервисными и буровыми компаниями в настоящее время остро стоит вопрос переноса действующих буровых установок. Одна из самых распространенных установок серии ЗД производства «Уралмаш» по-прежнему очень широко используется в России и странах СНГ. При этом она уже снята с

производства и, следовательно, для ее модернизации нужны новые решения.

В последние 30 лет в составе буровых установок «Уралмаш» ЗД-76 и ЗД-86 сначала для комплектации, а позднее для замены применялись дизельные двигатели B2-450 и B2-500K-04 производства НАХ. «Турбомоторный завод»

(г. Екатеринбург), а также польские силовые агрегаты 24АФ-71Н12А (WOLA-24АФ 71Н12А).

### Решения по переоборудованию буровых установок с применением дизельных приводов

Одним из способов обеспечить надежность дизельных приводов и снизить эксплуатационные затраты является оснащение буровой установки дизельным приводом с параллельной (совместной) работой нескольких электрогенераторов на общую нагрузку, которая обеспечивает требуемую мощность на выходном валу привода.

При параллельной работе двигателей, в свою очередь, возникает задача равномерного распределения нагрузки между ними. До сих пор на многих буровых синхронизация достигалась настройкой «на слух» длин тгс с помощью рычагов управления частотой вращения в механических регуляторах. Обязательным условием при этом является одинаковая неравномерность (статизм) регуляторных характеристик в механических регуляторах частоты вращения двигателей. Однако настройка «на слух» не обеспечивает требуемую точность распределения нагрузки между двигателями.

Решения по модернизации механического привода, разработанные в «ПСМ», учитывают потребности буровиков в автоматизации работы силового блока. За 7 лет сотрудничества с буровыми компаниями мы разработали и реализовали на

практике несколько вариантов систем (см. таблицу).

### 1. Дизельные приводы на базе двигателей с механическим регулятором частоты вращения

Самой распространенной и востребованной моделью силового привода для буровой установки ЗД является привод ЯСУ-500B2 на базе двигателя ЯМЗ-850.10. Аналогичная компоновка системы может быть реализована с применением южнокорейских двигателей Doosan.

Такие приводы комплектуются семиступенчатой гидромеханической трансмиссией Allison 47000F и электронной системой управления двигателем HeiNidpatt. Каждая силовая установка монтируется на отдельной модульной раме.

Система управления и синхронизация работы приводов выполнена на базе трек контроллеров. Контроллер электронной системы управления двигателем DC 2040DP2 01 55 (Heinzmann) управляет частотой вращения двигателя посредством воздействия на рейку топливного насоса высокого давления (ТНВД), а также отвечает за аварийно-предупредительную сигнализацию. Второй контроллер – управляет работой гидромеханической трансмиссии Allison. Третий контроллер – GC-1F (Deif) – основа местного пульта управления: он осуществляет запуск двигателя, индикация параметров

Технические характеристики двигателей для буровых установок с механическим приводом

Параметр	B2-450, WOLA-5VA	ЯМЗ-850.10	Volvo Penta TAD1344VE	Volvo Penta TAD1641VE	Doosan PU180TI	Cummins OSK19
Диаметр цилиндра, мм	150	140	131	144	128	159
Ход поршня, мм	180	140	158	165	142	159
Рабочий объем, дм <sup>3</sup>	35,8	25,86	12,78	15,12	19,3	19,9
Расположение и число цилиндров	V-образное, 12 цилиндров	V-образное, 12 цилиндров	Рядное, 6 цилиндров	Рядное, 6 цилиндров	V-образное, 10 цилиндров	Рядное, 6 цилиндров
Максимальная эффективная мощность, кВт	330	380	352	420	478	448
Удельная расход топлива, г/кВт·ч	238 при 1600 об/мин	207 при 1600 об/мин	198 при 1600 об/мин	199 при 1600 об/мин	226 при 2100 об/мин	202 при 1500 об/мин
Расход масла на угар, % от расхода топлива	2,25	0,2	0,03	0,15	0,2	0,2

двигателя и ГМТ, управление частотой вращения двигателя при прогреве, включение блокировок на запуск двигателя и включение передачи ГМП, передачу управления на пульт бурлищика.

Синхронизация работы дизельных приводов достигается благодаря идентичности настроек контроллеров.

**Реализованные проекты.** ГК «ПСМ» реализовала ряд крупных проектов по переоборудованию буровых установок «Уралмаш» ЗД дизельными приводами ЯСУ-500B1 для «Сибирской сервисной компании», буровой компании «Силур» и компании «СеверСпецТехникаБурение». Еще один проект – на этот раз по модернизации морской буровой платформы в Азербайджане – был выполнен совместно с ЗАО «УРБО». Приводы «ПСМ» были поставлены на Каспий в составе наборов бурового оборудования H50-160D.



Рис. 1. Дизельный привод ЯСУ-500B1 на базе двигателя ЯМЗ

### 2. Дизельные приводы на базе двигателей Volvo Penta и Cummins с электронным регулятором частоты вращения

Специально для буровиков разработаны силовые приводы на базе современных промышленных двигателей производства Volvo Penta (Швеция), Cummins (США), Doosan (Южная Корея), изготовленные с учетом новейших технических разработок. Силовые агрегаты серии РСМ PDV, PDC – совершенно новое слово в буровом оборудовании. Эти приводы – не только более надежные и качественные, но и более экономичные. Так, расходы топлива у этих двигателей в среднем на 8-10% ниже, чем у моделей Wola и B2.

Для обеспечения синхронной работы двигателей в составе таких дизельных приводов используются микропроцессорные системы управления с возможностью автоматического распределения мощности.

Каждый привод оснащается специальным микропроцессорным контроллером, который может воздействовать на задатчик частоты вращения двигателя. В контроллер поступает информация о частоте вращения двигателя и нагрузке. Оператор установки может сам задавать частоту вращения двигателя.

Очевидно, что это реализуемо, если двигатель оснащен электронной системой управления. Контроллеры объединяются между собой информационным каналом, например для обмена данными. Оператор, воздействуя на задатчик частоты вращения, устанавливает требуемую среднюю частоту вращения. Сигнал от задатчика поступает на каждый контроллер. Для равномерного распределения нагрузки контроллер корректирует частоту вращения двигателя по ПИД-закону (пропорционально-интегрально-дифференциальному) так, чтобы разница между средним значением нагрузки, которое считывается из служебной шины, и нагрузкой двигателя была минимальной.

Этот алгоритм реализован в контроллерах чешской фирмы Comar серий ID-DCU-Marine и ID-DCU-

Industrial. Он обеспечивает предпусковую диагностику, запуск и контроль рабочих параметров двигателя, а также работу системы аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. При этом силовые установки дополнительно оснащаются системой дистанционного управления и синхронизации частоты вращения двигателя и насосного блока. Данное решение было практически применено для «Оренбургской буровой компании».

**Реализованные проекты.** В 2010 году по заказу «Оренбургской буровой компании» конструкторским отделом «ПСМ» были разработаны силовые приводы PDV-500 на базе двигателей Volvo Penta TAD 1641VE.

До модернизации буровой установки синхронизация работы силовых приводов проводилась практически вручную путем регулирования рычагов и тросов. Теперь благодаря микропроцессорной системе управления ЭСУПД на базе контроллера ID DCU Marine (ComAr, Чехия) оператору буровой установки достаточно просто нажать кнопку пуска: синхронизация и распределение нагрузки происходят автоматически. Такая автоматизация значительно упрощает работу технического персонала, повышает надежность установки и увеличивает ресурс двигателей.

По словам главного механика «ОБК», после модернизации в 4 раза сократилось время простоя на ремонт и обслуживание буровых установок, что позволило значительно повысить производительность и эффективность работы установок.

Серия силовых приводов PDV относится к премиум-классу и имеет достаточно высокую цену, но установки полностью окупают свою стоимость в процессе эксплуатации.

### 3. Модернизация буровой платформы с переводом энергопитания на систему электропривода

Новая разработка ПСМ, которая будет реализована в ближайшее время, – это проект электрификации для морской буровой платформы, которая осваивает

сверглубокие нефтяные скважины в Каспийском море в Азербайджане. Он позволит кардинально модернизировать устаревшую буровую установку за счет двукратного повышения ее эффективности, на 30% сократить расходы на ее эксплуатацию и продлить общий срок службы.

Проект предусматривает перевод буровой платформы с устаревшей механической системы нижнего привода на более надежную и экономичную эффективную для процесса бурения электрическую систему верхнего привода. Технологическая новинка представляет собой комплексную систему энергоснабжения общей мощностью более 5 МВт на базе дизель-генераторных установок с тиристорным преобразователем и консолью управления процессом бурения.

Для проекта компания ПСМ выпустил четыре дизель-генератора мощностью 1200 кВт каждый, умноженных в соответствии с требованиями Российского морского регистра судоходства. Они будут работать на базе промышленного двигателя Mitsubishi, который оптимально подходит для эксплуатации в труднодоступных удаленных районах со сложными условиями и дефицитом квалифицированного технического персонала. Дизель-генераторы будут вырабатывать электроэнергию напряжением 600 В.

В состав энергокомплекса войдет тиристорный преобразователь, благодаря которому нагрузка будет равномерно распределяться между дизель-генераторами, а мощность вырабатываемой энергии – изменяться в зависимости от потребностей лебедки и насосов буровой платформы. Специальная консоль управления в режиме реального времени позволит отслеживать все параметры бурения и рабочие характеристики энергоблока.

Дополнительно в комплекте предусмотрен дизель-генератор РСМ AdDo-300 мощностью 300 кВт. Он обеспечит комфортную работу сотрудников буровой установки за счет подачи энергии для бытовых нужд.

В настоящее время подавляющее большинство буровых эксплуатируются на месторождениях нефти и газа уже более 40-60 лет. В основном на них применяется механический привод. При этом для каждого элемента буровой требуется отдельный силовой агрегат, и для того чтобы запустить ротор, лебедку и насосы, не-



Рис. 2. Дизельный привод PDV-500 на базе двигателя Volvo Penta

обходима энергия от 5-9 дизельных двигателей. Половина хотя бы одного из них останавливает работу всей буровой установки. Модернизация энергетической системы буровых позволит продлить срок их службы, многократно увеличит эффективность работ и сэкономит денежные средства.

### Заключение

Современные темпы бурения и добычи углеводородов предъявляют особые требования к оборудованию, используемому на месторождениях. Для процесса бурения очень важным фактором становится надежная и безаварийная работа буровых установок с минимальными сервисными интервалами. Работоспособность механических установок (таких как «Уралмаш ЗД») напрямую зависит от надежности силового блока – то есть дизельных двигателей. Не случайно сегодня мы наблюдаем повсеместную замену отживших свой век двигателей современными силовыми установками. Конструкторский и технический опыт «ПСМ» позволил нам реализовать ряд крупных проектов по модернизации буровой техники в России и СНГ. Благодаря установке новых приводов буровики могут повысить эффективность работ, сократить простои и снизить влияние пресловутого «человеческого фактора».

### Литература

1. Подгорнов В.М. Буровое дело при разработке нефтегазового бизнеса, 2012.
2. Храменков В.Г. Контроль и автоматизация технологических процессов при бурении геологоразведочных, нефтяных и газовых скважин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004.

3. Новые технологии и технические средства для сооружения, освоения и ликвидации гидрогеологических скважин / Под ред. Д.Н. Башкатова. – М.: ООО «Техноформинг», 2002.
4. Jasbir Dhindsa and Dean Hottenroth, Tech Power Controls Co / Power upgrades boost rig efficiency, extend rig life // Drilling Contractor. – 2001. – March/April. – P 14-18.