

ТАТБУРНЕФТЬ
УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ

Электроснабжение буровых установок и способы повышения надежности электроснабжения электропривода буровых лебедок

Drilling Rigs' Power Supply: Methods to Enhance The Reliability of The Drawworks Drive Power Supply

Никулин О.В.

Ведущий инженер-энергетик, ООО «УК «Татбурнефть», к.т.н

В статье описаны схемы электроснабжения, применяемые в ООО «УК «Татбурнефть» с различными компоновками технологического оборудования. Приведены схемы общего электроснабжения буровых установок как с нерегулируемым, так и с регулируемым электроприводом главных механизмов. Приведены способы увеличения надежности электроснабжения электропривода буровой лебедки. Для обеспечения надежного электроснабжения электропривода буровой лебедки, с целью исключения возникновения прихватов в процессе бурения из-за потери питания электропривода буровой лебедки, предложено поочередно выводить из работы буровые механизмы для снижения нагрузки в центре питания буровой установки.

Nikulin OV, Ph.D.,

Lead Engineer, Tatburneft (UK)

This article describes the power supply schemes that 'UK 'Tatburneft' Ltd apply to different process equipment configurations. It also shows the commercial power supply schemes for the rigs with controlled and non-controlled main machinery electric drives. The article delivers the methods to enhance the reliability of the drawworks drive power supply. In order to establish reliable feeding of the drawworks drive and to avoid sticking while drilling (caused by the loss of the drawworks power supply), the author suggests that the rig equipment should be shut off in sequential manner to decrease the load of the rig power source.

In Russia, most of the drilling works are handled by the rigs with electric drives [1]. Using either of the power supply schemes depends on the following:

Основной объем бурения в РФ выполняется буровыми установками (БУ) с электроприводом (ЭП) главных механизмов [1]. Выбор того или иного варианта системы электроснабжения определяется рядом факторов: вид привода главных механизмов (электрический регулируемый, электрический нерегулируемый, дизель-электрический или дизельный); уровень питающего напряжения; схема компоновки оборудования. Общим для всех БУ с электрическим приводом является наличие вводного устройства типа высоковольтного линейного блока ВЛБ-6(10), подключаемого к промышленной сети напряжением 6 или 10кВ. На рисунке 1 показана однолинейная схема блока ВЛБ-6(10), содержащая ограничители перенапряжений ОПН, разъединитель линейный РЛНД, разъединитель РВЗ, трансформаторы тока ТТ, предохранители ПК, измерительный трансформатор напряжения НАМИ и вакуумный выключатель.

Высоковольтный линейный блок состоит из шкафа наружного исполнения с высоковольтной коммутационной и измерительной аппаратурой, релейной защитой и коммерческим учетом электрической энергии.

В зависимости от уровня напряжения промышленной сети в блоке ВЛБ-6(10) устанавливается измерительный трансформатор НАМИ на соответствующее напряжение, остальная высоковольтная аппаратура в целях унификации выбирается на напряжение 10кВ.

В случае питания буровой установки от сети напряжением 10кВ, дополнительно устанавливается согласующий трансформатор 10/6кВ, который монтируется на единое основание с блоком ВЛБ-6(10).

В зависимости от компоновки оборудования – типа буровых насосов; наличия электропарогенераторных (ЭПГ) установок в зимнее время; типа БУ, в зависимости от условий бурения и глубины скважины; наличия системы верхнего привода; типа циркуляционной системы и т.д. система электроснабжения меняется для каждой кустовой площади бурения. Поэтому до подключения БУ к промышленной сети разрабатывается проект электроснабжения БУ, учитывающий указанные условия и месторождение.

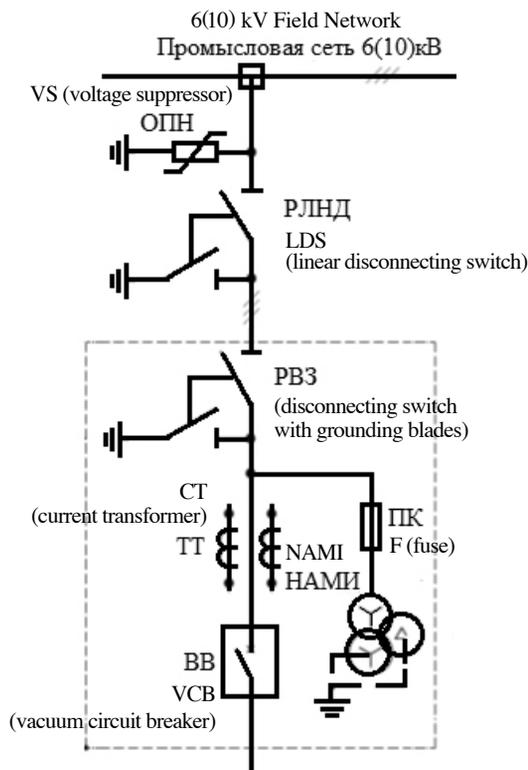


Рис. 1. Однолинейная схема высоковольтного линейного блока ВЛБ-6(10)

Fig. 1. ВЛБ-6(10) HV Unit Single Line Diagram

Список Сокращенное наименование: Abbreviation list:

НАМИ	NAMI	ФКУ-2	HF-2 (Harmonic filter-2)
ОПН	VS (voltage suppressor)	КРУ-2	PCG-2 (Packaged Switchgear)
ПК	F (fuse)	КРУЭ-6(10)	КРУЭ-6(10) PCG
ТТ	CT (current transformer)	ШВГ	Power voltage lead-in cabinet (main)
ВВ	VCB (vacuum circuit breaker)	ШВПТ	“ШВПТ” cable
КВТ	VC (vacuum contractor)	ШУН	PCC (Pumps control cabinet)
РВЗ	PB3 (disconnecting switch with grounding blades)	ШУЛ	DWCC (Drawworks control cabinet)
РЛНД	LDS (linear disconnecting switch)	ШУР	RCC (Rotor control cabinet)
ШР	BDS (busbar disconnecting switch)	ШУТ	BCC (Brakes control cabinet)
ТС	DT (dry transformer)	ШВП	“ШВП” cable
ТП	SCR (semiconductor controlled rectifier)	МН	PM (Pump motor)
ЭД	EM (electric motor)	МЛ	DWM (Drawworks motor)
ТМ2	TM2 (thyristor module)	МР	RM (Rotor motor)
ПЧ	FC (frequency converter)	ЭМТ	EMB (Electromagnetic brake)
ШВВ	Power voltage lead-in cabinet (aux)	ТМБ	PR (Power transformer)

- main machinery drive type (controlled electrical; non-controlled electrical; diesel-electrical; diesel);
- power voltage level;
- equipment layout. The HV linear unit (ВЛБ-6(10)) connected to the 6 or 10kV field network is the common feature of all rigs with electric drives. Figure 1 shows ВЛБ-6(10) single line diagram with voltage suppressors (VS); linear disconnecting switch (LDS); HV disconnecting switch with grounding blades (PB3); current transformers (CT); fuses (F); voltage transformer (NAMI) and vacuum circuit breaker (VCB).

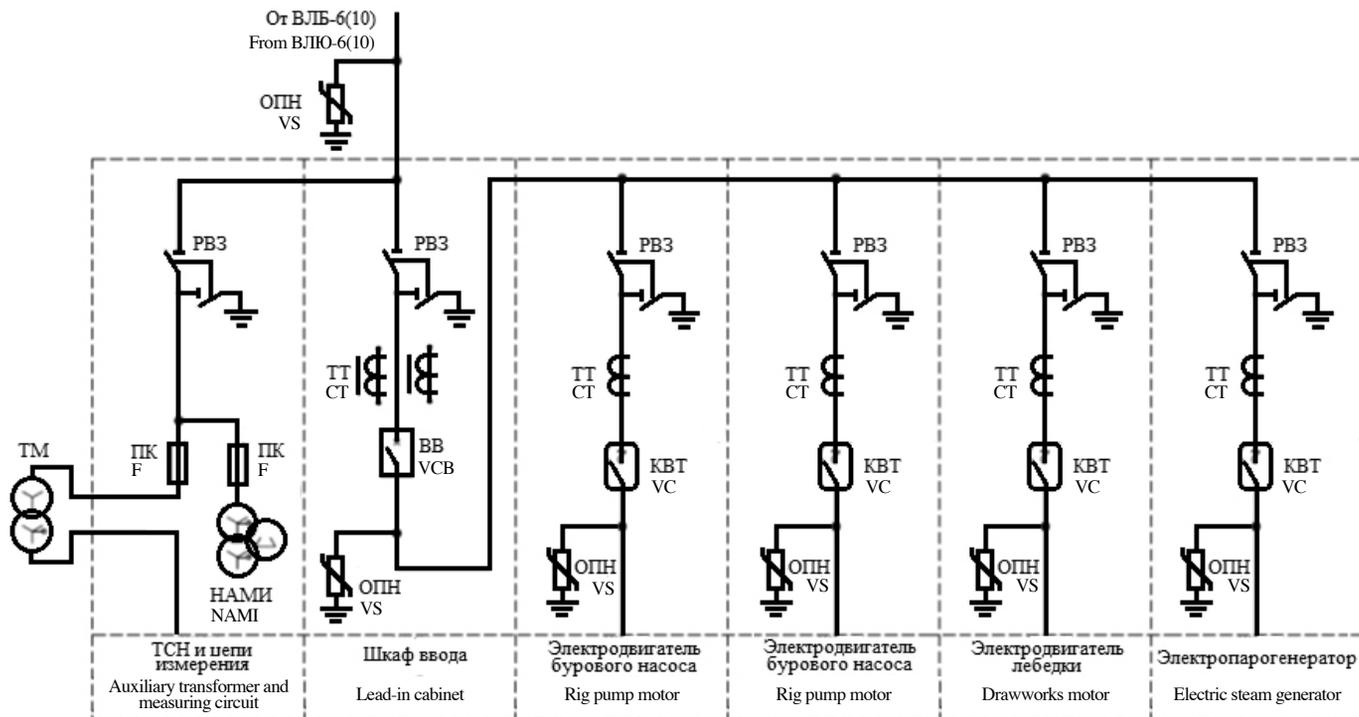


Рис. 2. Однолинейная схема устройства КРУНБ-6 **Fig. 2.** КРУНБ-6 PCG Single Line Diagram

На рисунке 2 показана однолинейная схема электроснабжения буровых установок раннего производства с использованием комплектного распределительного устройства наружной установки КРУНБ-6.

Устройство КРУНБ-6 состоит из шести шкафов: шкаф трансформатора вспомогательных механизмов (трансформатор собственных нужд) и защиты и измерения, вводной шкаф, шкафы электродвигателей и электропарогенератора с вакуумными контакторами КВТ.

В зависимости от применяемого оборудования количество шкафов КРУНБ-6 может быть различным. На рисунке 3 показана однолинейная схема электроснабжения буровой установки БУ-2500/160ЭП с устройством КРУНБ-6, состоящей из пяти шкафов. В данной компоновке использованы два буровых насоса (БН) с ЭП переменного тока на базе синхронных двигателей, электропривод буровой лебедки (БЛ) и бурового ротора (БР) – регулируемый с тиристорным ЭП постоянного тока. Тиристорный модуль БЛ и БР с высоковольтным вводом содержит разъединители, ограничители перенапряжений, вакуумный выключатель, трансформатор собственных нужд и трансформатор питания тиристорных преобразователей.

На рисунке 4 показана однолинейная схема электроснабжения буровых установок БУ-75БрЭ, БУ-1600/100ЭУ с устройством КРУНБ-6, состоящей

The high voltage linear unit consists of the outdoor cabinet with HV switching and metering equipment, relay protection and commercial electrical meter.

Depending on the field network voltage level, the ВЛБ-6(10) HV unit will be equipped with the NAMI voltage transformer set on the correct voltage level. The rest of equipment is designed for 10kV, for the purpose of unification.

If the rig is powered from 10kV network, a 10-6kV matching transformer should be installed in addition, on the same foundation with the ВЛБ-6(10) HV unit.

Depending on the equipment configuration - rig pumps type; electric steam generators availability for the winter period; rig type, depending on the drilling conditions and the well TD; top drive availability; circulation system type etc., the power supply system will be different for every well pad. That is the reason that prior to having the rig connected to the field network, a power supply design that incorporates all conditions and field specific, is required.

Figure 2 shows the old rigs single line power supply diagram with the outdoor PCG (packaged switchgear) (КРУНБ-6)

The КРУНБ-6 PCG consists of six cabinets: auxiliary transformer cabinet (for auxiliary, protection and metering devices); lead in cabinet; motors and electric steam generators cabinets with vacuum contactors.

14-я МЕЖДУНАРОДНАЯ
ВЫСТАВКА
НЕФТЬ И ГАЗ

27–30 июня 2017
КРОКУС ЭКСПО

Павильон 3 • Залы 13 и 14

www.mioge.ru

Впервые

- 40 мероприятий Технической программы выставки от ведущих экспертов отрасли
- 8 тематических разделов выставки

13-й РОССИЙСКИЙ
НЕФТЕГАЗОВЫЙ
КОНГРЕСС

в рамках выставки

МОСКВА
МВЦ "КРОКУС ЭКСПО"

www.oilgascongress.ru

**ДО ВСТРЕЧИ
В ИЮНЕ
В КРОКУС ЭКСПО!**

ст. метро МЯКИНИНО

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА

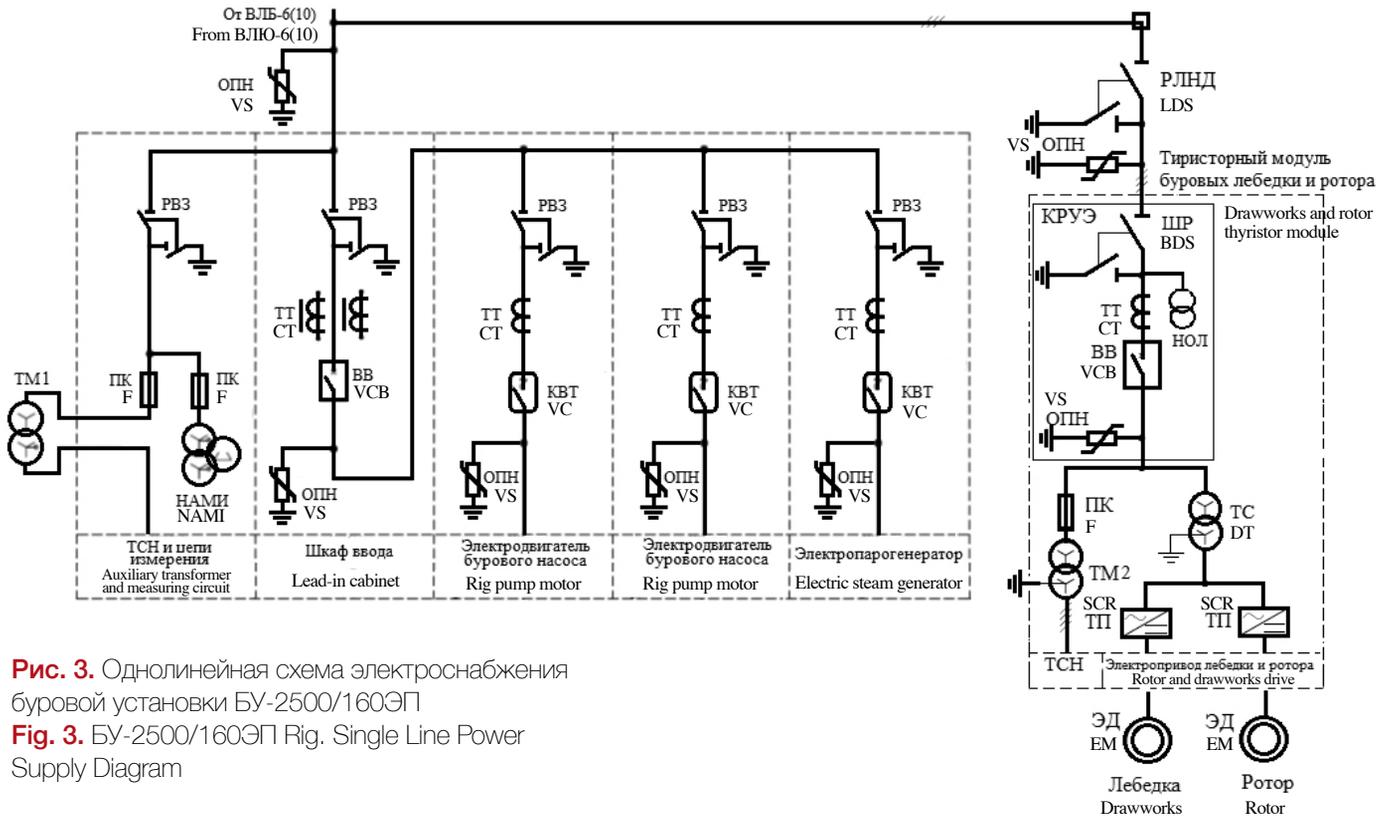


Рис. 3. Однолинейная схема электроснабжения буровой установки БУ-2500/160ЭП

Fig. 3. БУ-2500/160ЭП Rig. Single Line Power Supply Diagram

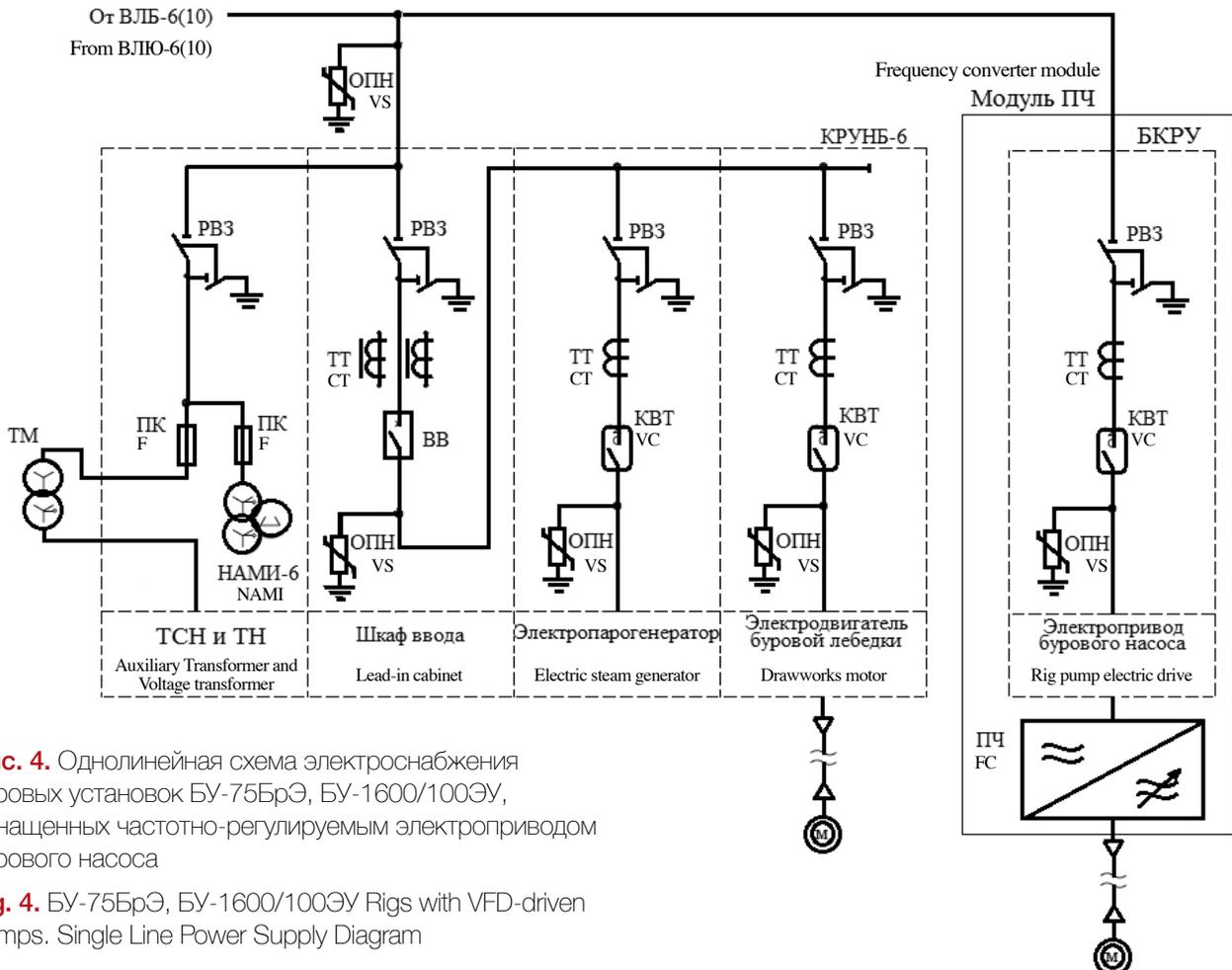


Рис. 4. Однолинейная схема электроснабжения буровых установок БУ-75БрЭ, БУ-1600/100ЭУ, оснащенных частотно-регулируемым электроприводом бурового насоса

Fig. 4. БУ-75БрЭ, БУ-1600/100ЭУ Rigs with VFD-driven pumps. Single Line Power Supply Diagram

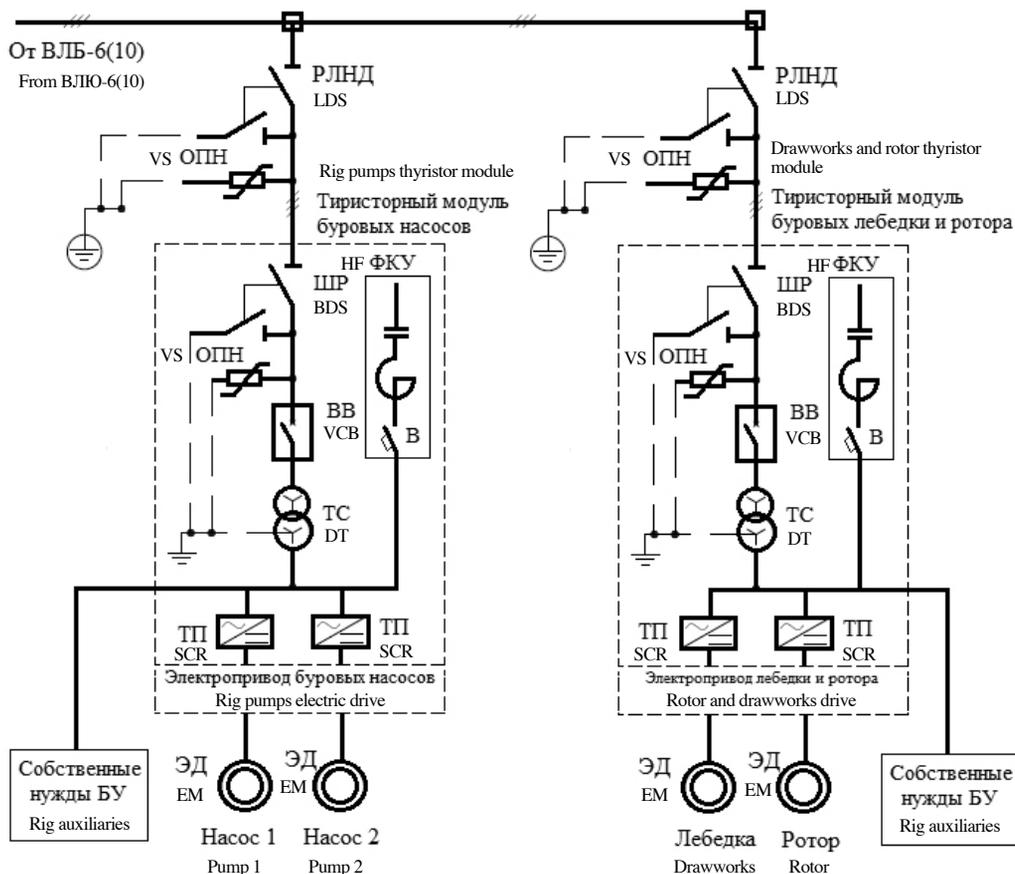


Рис. 5. Однолинейная схема электроснабжения буровой установки БУ-2000/125ЭП
Fig. 5. BU-2000/125ЭП Rig. Single Line Power Supply Diagram

из четырех шкафов. В данной компоновке использован БН с частотно-регулируемым ЭП. Блочное комплектное распределительное устройство находится в одном модуле с преобразователем частоты.

На рисунке 5 показана однолинейная схема буровой установки БУ-2000/125ЭП с ЭП постоянного тока главных механизмов.

На рисунке 6 показана однолинейная схема буровой установки БУ-2900/175ЭП с ЭП постоянного тока главных механизмов.

На рисунке 7 показана однолинейная схема электроснабжения буровой установки СБУ (МБУ) – 3000/175ИЭ с частотно-регулируемым ЭП главных механизмов.

В процессе бурения скважин, осложнения, связанные с прихватами бурового инструмента, занимают большой процент времени в сравнении с другими авариями и требуют большого количества времени для их ликвидации. Одной из причин, приводящей к прихвату бурильных и обсадных колонн является отключение электроэнергии. Для повышения

Depending on the application, the number of the КРУНБ-6 PCG cabinets may vary. Figure 3 shows БУ-2500/160ЭП Rig Single Line Power Supply Diagram with КРУНБ-6 PCG, consisting of five cabinets. This application uses two rig pumps with AC driven synchronous motors; drawworks and rotor electric drive - controlled-type, with AC thyristor drive. Drawworks and rotor thyristor module with HV lead in contains disconnecting switches, voltage suppressors, vacuum circuit breaker, auxiliary transformer and thyristor rectifiers power transformer.

Figure 4 shows a single line power supply diagram of the following rigs: БУ-75БрЭ, БУ-1600/100ЭУ with КРУНБ-6 PCG, consisting

of four cabinets. This configuration uses the rig pump with VFD. The packaged switchgear shares the module with the frequency converter.

Figure 5 shows a single line power supply diagram of the БУ-2000/125ЭП rig where the main machinery is equipped with the DC electric drive.

Figure 6 shows single line power supply diagram of the БУ-2900/175ЭП rig with main machinery with DC electric drives.

Figure 7 shows a single line power supply diagram of СБУ (МБУ) – 3000/175ИЭ rig (stationary and mobile) with VFD-driven main machinery.

Complications such as sticking entail bigger downtime compared to other failures and emergencies and therefore require more time to respond. A power failure could cause the drill pipe and casing to stick. To enhance reliability and stability of the rig systems by shortening the response time and decreasing the downtime of equipment, it is necessary to develop the drawworks power failure protection device.

Drawworks Power Failure Protection Device [2]. The rigs

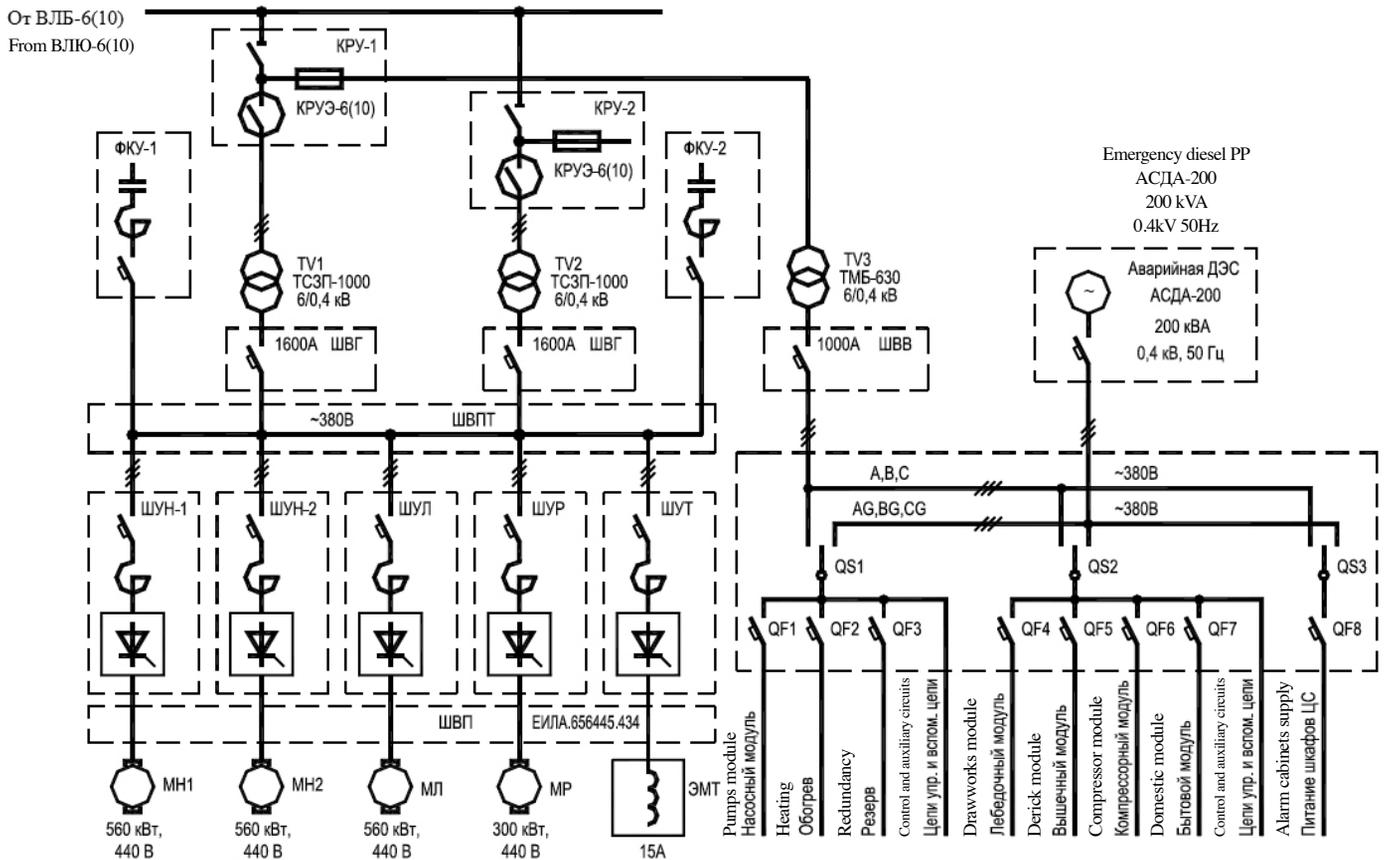


Рис. 6. Однолинейная схема электроснабжения буровой установки БУ-2900/175ЭП
Fig. 6. БУ-2900/175ЭП Rig. Single Line Power Supply Diagram

надежности и устойчивости технологических систем буровых установок за счет ускорения действия защиты и снижения времени простоя технологических агрегатов буровых установок требуется разработка устройств защиты от потери питания электропривода буровой лебедки.

Устройство защиты от потери питания электропривода буровой лебедки [2]. Максимальная токовая защита распределительных устройств буровых установок [3], содержит трансформаторы тока и реле максимального тока. Реле максимального тока настраиваются таким образом, чтобы при перегрузке двигателей отключался соответствующий контактор, а при коротких замыканиях – вводной выключатель в ВЛБ-6(10) кВ.

Данное устройство релейной защиты обладает следующими недостатками: во-первых, низкая надежность, выраженная в полном отключении буровой установки в случаях превышения максимального тока и отключении вводного выключателя. Это обусловлено тем, что на буровой установке суммарная номинальная мощность установленного оборудования почти в два раза превышает верхний предел теоретически

PCG overcurrent protection [3] consists of the current transformers and the overcurrent relays. The overcurrent relays shall be adjusted so that once the motor is overloaded, the relevant contactor would trip; and in case of the short-circuit, the lead in switch in ВЛБ-6(10) kV unit would trip.

Such relay protection has the following deficiencies: First, low reliability: the entire rig would trip should the overcurrent setting be exceeded and the lead-in switch open. This is explained with the fact that the total rated power of the rig equipment almost two times exceeds the top theoretical maximal load limits; that is why the rig receivers cannot turn on at the same time. For example, the drawworks and rotor drives cannot operate simultaneously; the rig pumps and drawworks drives always actuate at different time; however, the rig pump and rotor drive, or the top drive and auxiliary equipment drives can work operate simultaneously. That is why, depending on the well design, the rig load is uneven, which is what triggers the false response of the lead-in switch;

Second, the low efficiency is due to the lead-in switch trip in case of the short-circuit on one of the motor's busbar, which leads to the full stop of the drilling operations.

возможных максимальных нагрузок, поэтому часть электроприемников буровой установки включается всегда одновременно. Например, невозможна совместная работа электроприводов буровых лебедки и ротора, всегда одновременно включаются электроприводы буровых насосов и буровой лебедки, в то же время могут одновременно работать электроприводы буровых насоса и ротора или системы верхнего привода и часть вспомогательного технологического оборудования и т.д. Поэтому в зависимости от конструкции скважины электрические нагрузки буровой установки имеют неравномерный характер, что приводит к ложному срабатыванию вводного выключателя;

во-вторых, низкая эффективность работы, обусловленная отключением вводного выключателя при коротком замыкании (КЗ) на шинах одного из электродвигателей, что приводит к полному останову процесса бурения.

Повышение надежности бесперебойной работы электропривода буровой лебедки за счет возможности аварийного подъема бурового инструмента в случае возникновения аварии в электроустановке с целью исключения прихватов бурового инструмента, а также повышение эффективности работы устройства релейной защиты за счет увеличения степени защиты от потери питания электропривода буровой лебедки решается устройством, показанным на рисунке 8.

решается устройством защиты от потери питания электропривода буровой лебедки, включающим блок контроля, вход которого подключен к току ввода секции шин распределительного устройства, первый, второй и третий таймеры с исполнительными блоками.

Устройство работает следующим образом.

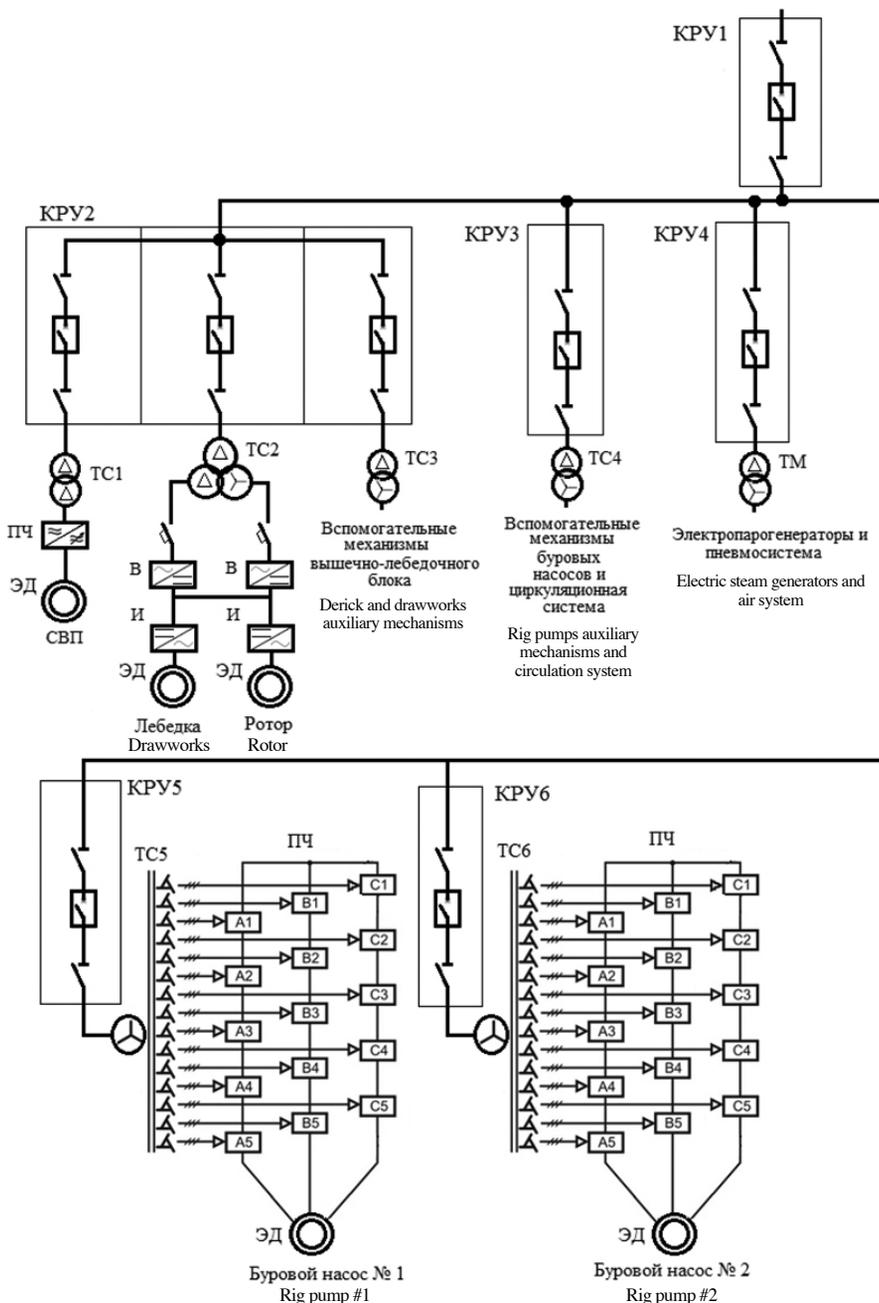


Рис. 7. Однолинейная схема электроснабжения буровой установки СБУ (МБУ) – 3000/175ИЭ:

КРУ1 – КРУ6 – комплектные распределительные устройства; **ТС1 – ТС 6** – силовые сухие трансформаторы; **ТМ** – силовой масляный трансформатор; **ПЧ** – преобразователь частоты; **ЭД** – электродвигатель; **В** – выпрямитель; **И** – инвертер; **СВП** – система верхнего привода; **A1 – A5, B1 – B5, C1 – C5** – силовые ячейки **ПЧ** с многоуровневой ШИМ

Fig. 7. СБУ (МБУ) – 3000/175ИЭ Rig (mobile and stationary). Single Line Power Supply Diagram:

КРУ1 – КРУ6 – PCG's; **ТС1 – ТС 6** – Dry power transformers; **ТМ** – Oil power transformer; **ПЧ** – frequency converter; **ЭД** – motor; **В** – rectifier; **И** – inverter; **СВП** – top drive system; **A1 – A5, B1 – B5, C1 – C5** – Frequency converter power cubicles with multilevel pulse-width modulation

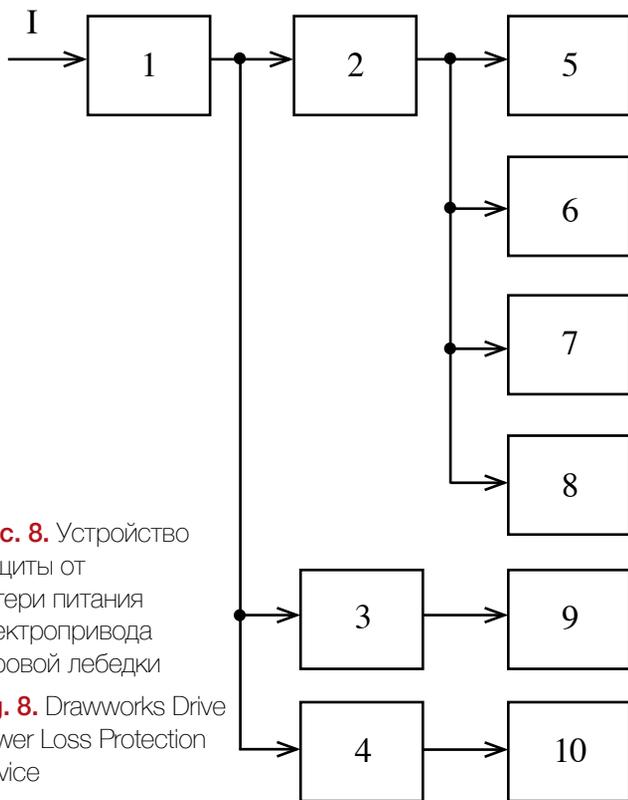


Рис. 8. Устройство защиты от потери питания электропривода буровой лебедки

Fig. 8. Drawworks Drive Power Loss Protection Device

При достижении уставки по току (I) срабатывает блок контроля максимального тока 1, который выдает сигнал на первый таймер 2, и начинается отсчет времени t_1 . По истечению времени t_1 на первом таймере 2 срабатывают исполнительные блоки 5, 6 и 7, которые отключают соответствующие электроприводы бурового ротора, бурового насоса и системы верхнего привода. Электропривод буровой лебедки остается включенным. Одновременно с этим блоком сигнализации 8 подается сигнал на пульт бурильщика «Аварийный подъем инструмента», сигнализирующий о необходимости подъема бурового инструмента (колонны бурильных или обсадных труб на фигуре не показаны) с целью избежания прихвата вследствие возникновения аварии в системе электроснабжения буровой установки, что позволяет либо полностью исключить прихват бурового инструмента, или минимизировать его последствия.

В случае дальнейшего роста тока (I) блок контроля максимального тока 1 выдает сигнал на второй таймер 3 и начинается отсчет времени t_2 ($t_2 > t_1$). По истечению времени t_2 на втором таймере 3 срабатывает исполнительный блок 9 (вторая ступени защиты от потери питания), который отключает электропривод буровой лебедки, при этом остаются в работе вспомогательные механизмы буровой установки, в числе которых аварийный электропривод

The device, shown in Figure 8, can help with the following: enhance the reliability of the uninterrupted drawworks drive operation by enabling the emergency POOH in order to avoid sticking in case of the power unit failure; improve the relay protection efficiency by increasing the drawworks drive power loss protection degree.

This technical challenge can be resolved with the drawworks drive power loss protection device that consists of the monitoring unit, which input is connected to the PCG busbar section lead-in current, and the first, the second and the third timers with actuators.

The device's work concept is the following: When the current setting value (I) is reached, the overcurrent monitoring unit 1 is actuated to send a signal to the first timer 2; then the t_1 time countdown starts. When the t_1 time on the first timer 2 expires, the additional units 5, 6 and 7 are actuated to switch off the relevant drives of the rotor, rig pump and the top drive system. The drawworks drive remains ON. At the same time, the alarm unit 8 issues an «Emergency POOH» signal to the driller's panel, indicating the need to pull the tool (DP or casing strings are not shown on Figure) out of the hole to avoid sticking in case of the rig power supply failure. It allows to fully avoid the sticking, or at least minimize, its consequences.

If the current (I) keeps growing, the overcurrent monitoring unit 1 will send a signal to the second timer 3, and the t_2 time countdown will start ($t_2 > t_1$). When the t_2 time on the second timer 3 runs off, the actuator 9 is actuated (the second power supply loss protection stage) to shutoff the drawworks drive; at this, the auxiliary rig machinery will stay ON, including the emergency drawworks drive, which allows emergency POOH. If the current (I) is still increasing, the overcurrent monitoring unit 1 sends the signal to the third timer 4, and the t_3 time countdown runs ($t_3 > t_2 > t_1$). When the t_3 time on the third timer 4 expires, the actuator 10 of the third protection stage will be activated to trip the PCG busbar section lead-in switch.

The proposed device has three protection stages against the drawworks drive power supply loss:

- first stage (top drive, rig rotor and rig pump drives trip);
- second stage (drawworks drive trip);
- third stage (PCG busbar section lead-in switch trip).

This helps enhance the rig systems efficiency by decreasing the protection response time, avoid false trips

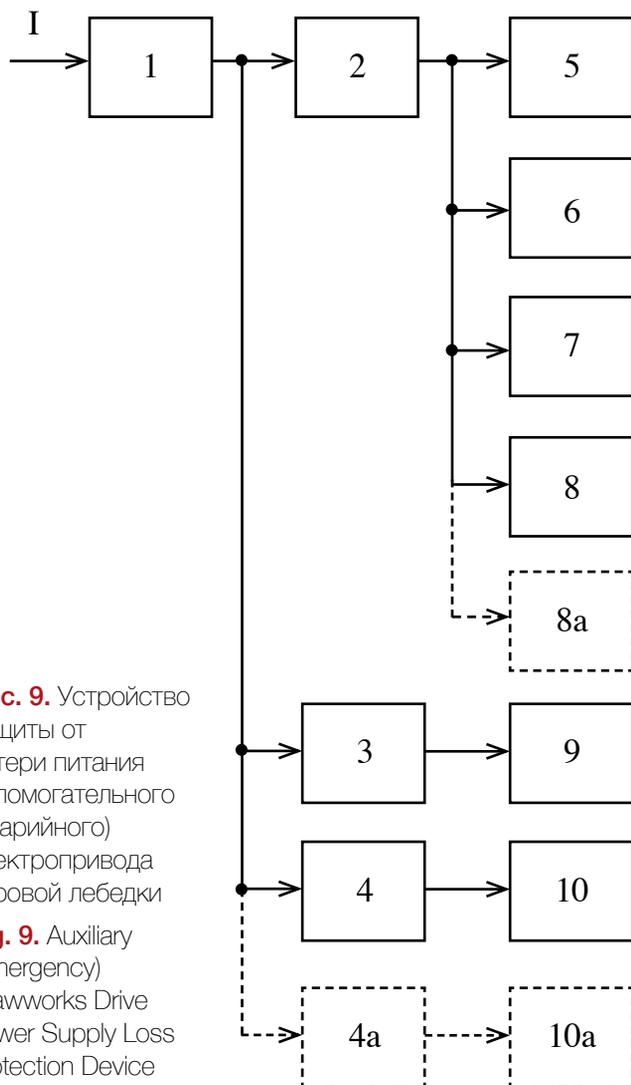


Рис. 9. Устройство защиты от потери питания вспомогательного (аварийного) электропривода буровой лебедки

Fig. 9. Auxiliary (Emergency) Drawworks Drive Power Supply Loss Protection Device

буровой лебедки, позволяющий осуществить подъем бурового инструмента. Если же рост тока (I) продолжается, блок контроля максимального тока 1 выдает сигнал на третий таймер 4 и начинается отсчет времени t_3 ($t_3 > t_2 > t_1$). При истечении времени t_3 на третьем таймере 4 срабатывает исполнительный блок 10 третьей ступени защиты, отключающий вводной выключатель секции шин распределительного устройства.

Предлагаемое устройство имеет три ступени защиты от потери питания электропривода буровой лебедки:

- первая ступень (отключение электроприводов бурового ротора, бурового насоса и системы верхнего привода);
- вторая ступень (отключение электропривода буровой лебедки);
- третья ступень (отключение вводного выключателя секции шин распределительного устройства).

Это позволяет повысить эффективность работы технологических систем буровых установок за счет ускорения действия защиты, исключить

and reduce the downtime of the rig equipment (pump, rotor, top drive, auxiliary machinery).

Auxiliary (Emergency) Drawworks Drive Power Loss Protection Device [4]. The weak point of the said device, is that if the power unit fails, it will result in full loss of the emergency drawworks drive power supply. That is why 'UK 'Tatburneft' Ltd has developed a device (Figure 9) aimed to enhance the reliability of uninterrupted emergency drawworks drive operation by enabling emergency POOH in case of the power unit failure. It is required to avoid sticking, and to enhance the device operation efficiency by increasing the degree of the emergency drawworks drive power loss protection.

The device work concept is the following:

When the current setting value (I) is reached, the overcurrent monitoring unit 1 is actuated to send a signal to the first timer 2; then the t_1 time countdown starts.

When the t_1 time on the first timer 2 expires, the additional units 5, 6 and 7 are actuated to switch off the relevant drives of the rotor, rig pump and the top drive system. The drawworks drive remains ON.

At the same time, the alarm unit 8 sends the «Emergency POOH» signal to the driller's panel; and the unit 8a issues a signal to start the emergency diesel (not shown on figure).

The unit 8 signal indicates the need to pull the tool (DP or casing strings are not shown on Figure) out of the hole to avoid sticking in case of the rig power supply failure. It allows to fully avoid the sticking, or at least minimize, its consequences.

The Unit 8a signal is needed in order to prepare the diesel generator in case of full power loss.

If the current (I) keeps growing, the overcurrent monitoring unit 1 will send a signal to the second timer 3, and the t_2 time countdown will start ($t_2 > t_1$).

When the t_2 time on the second timer 3 runs off, the actuator 9 is actuated (the second power supply loss protection stage) to shutoff the drawworks drive; at this, the auxiliary rig machinery will stay ON, including the emergency drawworks drive, which allows emergency POOH.

If the current (I) is still increasing, the overcurrent monitoring unit 1 sends a signal to the third timer 4, and the t_3 time countdown runs ($t_3 > t_2 > t_1$).

When the t_3 time on the third timer 4 expires, the actuator 10 of the third protection stage will be activated, to trip the PCG busbar section lead-in switch.



ложные срабатывания и снизить время простоя технологических агрегатов (бурового насоса и ротора, системы верхнего привода, вспомогательных механизмов буровой установки).

Устройство защиты от потери питания вспомогательного (аварийного) электропривода буровой лебедки [4]. Недостатком описанного устройства, является полная потеря питания аварийного электропривода буровой лебедки в случае возникновения аварии в электроустановке. Поэтому в ООО «УК «Татбурнефть» разработано устройство (рисунок 9), технической задачей которого является повышение надежности бесперебойной работы аварийного электропривода буровой лебедки за счет возможности аварийного подъема бурового инструмента в случае возникновения аварии в электроустановке с целью исключения прихватов бурового инструмента, а также повышение эффективности работы устройства за счет увеличения степени защиты от потери питания аварийного электропривода буровой лебедки.

Устройство работает следующим образом.

При достижении уставки по току (I) срабатывает блок контроля максимального тока 1, который выдает сигнал на первый таймер 2, и начинается отсчет времени t_1 .

По истечению времени t_1 на первом таймере 2 срабатывают исполнительные блоки 5, 6 и 7, которые

When the t_4 time of the fourth timer 4a runs out, the 4th protection stage actuator 10a is activated to supply the power from the diesel generator to the auxiliary rig machinery, to which the emergency drawworks drive belongs (which allows emergency POOH).

The 4a timer is needed to ensure the time interval sufficient to trip the PCG busbar section lead-in switch; to avoid the feedback in transformer circuit; and to supply the power to the failed network section.

The first time the Drawworks Power Failure Protection Device was applied on was well 30150 ('Dzhalilneft' Production, PAO 'Tatneft'), and with the following hardware: microcontroller multichannel time relay and remote radio modules. The economic benefit was over 600K roubles for one rig, due to reduced drilling crew downtime.

In conclusion it should be said that the actual economic benefit will be much higher, as the feasibility survey did not incorporate any expenses connected with emergencies caused by the drawworks power failure; the feasibility survey also did not consider the intermitted operations and the auxiliary operations; the losses related to equipment restart after the power restoring; nor the downtime losses (time on waiting until the failure gets fixed).

Conclusions

Depending on the drilling conditions and the well TD; whether the top drive is available; the mud system etc., the power supply scheme may vary for every pad. The suggested drawworks drive power supply loss protection devices reduce the chance of sticking in case of the power failure.

Bibliography

1. Abramov B.I., Avdiyski E.I., Kogan A.I., Kozhakov O.I., Motsokhein B.I., Parfenov B.M. Modern and Prospective Power Equipment for the Rigs with up to 3900m Depth Capacity / Electrotehnika, 2001, №1, p. 11-16.
2. Patent of the RF 2540947. Drawworks Drive Power Supply Loss Protection Device / Shafigullin R.I., Yeromasov V.G., Andiryakov V.F., Nikulin O.V., Announced on 10.03.2015. Published on 10.07.2016 Bull. № 19.
3. S.G. Blanter, I.I. 'Power Equipment for Petroleum Industry', Publ. Comp. 'Nedra', 1973.
4. Patent of the RF # 166093. Emergency Drawworks Drive Power Supply Loss Protection Device / Nazipov L.L., Andiryakov V.F., Nikulin O.V., Kurbangalin R.R., Soldatkin D.V., Announced on 10.06.2016. Published on 20.11.2016 Bull. № 32.

отключают соответствующие электроприводы бурового ротора, бурового насоса и системы верхнего привода. Электропривод буровой лебедки остается включенным.

Одновременно с этим блоком сигнализации 8 подается сигнал на пульт бурильщика «Аварийный подъем инструмента», а блоком 8а сигнал на запуск аварийной дизель-электростанции (на рисунке 9 не показана).

Сигнал от блока 8 сигнализирует о необходимости подъема бурового инструмента (колонны бурильных или обсадных труб на фигуре не показаны) с целью избежания прихвата вследствие возникновения аварии в системе электроснабжения буровой установки, что позволяет либо полностью исключить прихват бурового инструмента, или минимизировать его последствия.

Сигнал от блока 8а необходим для подготовки дизель-электростанции на случай полного отключения электроэнергии.

В случае дальнейшего роста тока (I) блок контроля максимального тока 1 выдает сигнал на второй таймер 3 и начинается отсчет времени t_2 ($t_2 > t_1$).

По истечению времени t_2 на втором таймере 3 срабатывает исполнительный блок 9 (вторая ступени защиты от потери питания), который отключает электропривод буровой лебедки, при этом остаются в работе вспомогательные механизмы буровой установки, в числе которых аварийный электропривод буровой лебедки, позволяющий осуществить подъем бурового инструмента.

Если же рост тока (I) продолжается, блок контроля максимального тока 1 выдает сигнал на третий таймер 4 и начинается отсчет времени t_3 ($t_3 > t_2 > t_1$).

При истечении времени t_3 на третьем таймере 4 срабатывает исполнительный блок 10 третьей ступени защиты, отключающий вводной выключатель секции шин распределительного устройства.

При истечении времени t_4 на четвертом таймере 4а срабатывает исполнительный блок 10а четвертой ступени защиты, подающий питание от дизель-электростанции на вспомогательные механизмы буровой установки, в числе которых аварийный электропривод буровой лебедки, позволяющий осуществить подъем бурового инструмента.

Таймер 4а предназначен для выдержки времени, достаточной для отключения вводного выключателя

секции шин распределительного устройства, для исключения обратной трансформации и подачи питания на участок сети, на котором произошла авария.

Первая реализация устройства защиты от потери питания электропривода буровой лебедки была выполнена на скважине № 30150 НГДУ «Джалильнефть» ПАО «Татнефть», аппаратной частью которого явились микроконтроллерное многоканальное реле времени и удаленные друг от друга радиомодули. Экономический эффект при этом, на основе сокращения времени простоя буровой бригады, составил более 600 тыс. руб. на одну буровую установку.

В заключение необходимо отметить, что реально экономический эффект будет значительно выше, так как при технико-экономической оценке не учитывались потери средств при ликвидации аварий из-за потери питания электропривода буровой лебедки; не учитывались повторно-кратковременные и кратковременные режимы работы и вспомогательные технологические операции, величина ущерба, обусловленного перезапуском оборудования после восстановления питания, а также ожидание устранения причин неисправности.

Выводы

В зависимости от условий бурения и глубины скважины; наличия системы верхнего привода; типа циркуляционной системы и т.д. система электроснабжения может изменяться для каждой площади бурения. Предложенные устройства защиты от потери питания электропривода буровой лебедки снижают вероятность прихватов бурового инструмента из-за аварийного прекращения электроснабжения.

Литература

1. Абрамов Б.И., Авдийский Е.И., Коган А.И., Кожаков О.И. Моцохейн Б.И., Парфенов Б.М. Современное и перспективное электрооборудование установок для бурения скважин глубиной до 3900 м. / Электротехника, 2001, №1, с. 11-16.
2. Патент РФ 2540947. Устройство защиты от потери питания электропривода буровой лебедки / Шафигуллин Р.И., Еромасов В.Г., Андрияков В.Ф., Никулин О.В., Заявл. 10.03.2015. Опубл. 10.07.2016 Бюл. № 19.
3. С.Г. Блантер, И.И. Суд «Электрооборудование для нефтяной промышленности», Изд. «Недра», 1973 г.
4. Патент РФ № 166093. Устройство защиты от потери питания аварийного электропривода буровой лебедки / Назипов Л.Л., Андрияков В.Ф., Никулин О.В., Курбангалин Р.Р., Солдаткин Д.В., Заявл. 10.06.2016. Опубл. 20.11.2016 Бюл. № 32.