



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1629508 A1

(S1)5 E 21 B 44/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

2

(21) 4634013/03

(22) 06 12 88

(46) 23 02 91 Бюл. № 7

(71) Научно-производственное объединение по созданию и выпуску средств автоматизации горных машин 'Автоматгормаш'

(72) В Н Балабенко М Г Погибко А В Злодеев и Ю И Огийчук

(53) 622 243 5(088 8)

(56) Авторское свидетельство СССР

№ 447507, кл Е 21 С 27/00 1969

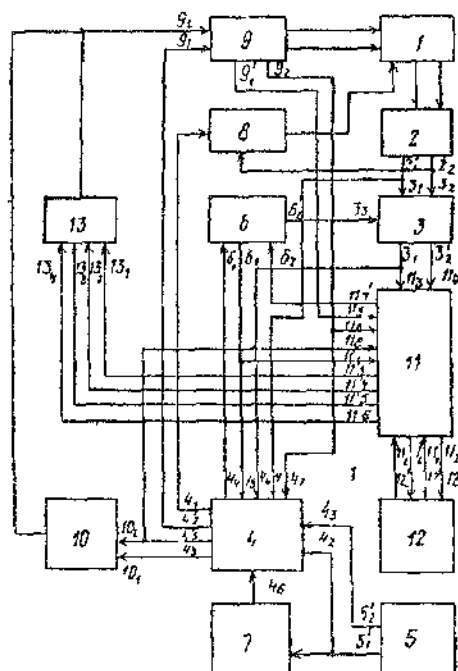
Авторское свидетельство СССР

№ 1055863 кл Е 21 В 45/00 1978

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ БУРОВЫМ АР
РЕГАТОМ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУ-
ЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к горной промышленности и позволяет повысить производительность бурового агрегата за счет

согращения времени поиска оптимальных управляющих сигналов и устранения заклинивания инструмента при его забурировании. Время забурирования T_3 фиксируется таймером 7. При этом узел 8 регулирования скорости бурения (СБ) поддерживает заданное формирователем (Ф) 4 режима забурирования значение скорости забуривания V_3 . Узел 9 регулирования частоты вращения инструмента и момента поддерживает заданное в нем значение номинального момента M_n . Значения V_3 и M_n поддерживаются путем регулирования осевой нагрузки. По истечении T_3 с пульта 5 бурильщика в узел 3 вводится новая установка СБ V_6 . Текущее значение СБ V сравнивают в Ф 4 с уставкой СБ мягких пород V_m . При $V = V_m$ фиксируют бурение мягких пород и переходят к режиму бурения. Стабилизируют СБ на уровне V_6 .



Page 1

(19) SU (11) 1629508 A1

Заданное значение максимальной частоты вращения из Ф 4 через Ф 10 параметров забуривания подается на узел 9 и поддерживается им. Текущее значение момента M сравнивают с M_n . При $M = M_n$ фиксируют бурение в породах средней крепости и крепких. Стабилизируют момент на уровне M_n .

Усредняют СБ в блоке 3 за время, фиксируемое таймером 6 бурения. В режиме бурения рассчитывают в Ф 10 оптимальное значение частоты вращения и посредством узла 9 поддерживают его. Режим бурения контролируется Ф 11 режима и Ф 13 параметров бурения. 2 с.п. ф-лы, 3 ил.

Изобретение относится к горной промышленности, а именно к способам и устройствам регулирования режима бурения бурильных установок.

Целью изобретения является повышение производительности бурового агрегата за счет сокращения времени поиска оптимальных управляющих сигналов и устранения заклинивания инструмента при забуривании.

На фиг.1 представлена блок-схема устройства управления буровым агрегатом; на фиг.2 — функциональная схема блока формирования режима забуривания, на фиг.3 — функциональная схема блока формирования режима бурения.

Устройство содержит объект 1 управления, датчики 2 технологического процесса бурения, установленные на двух входах блока 3 дискретного усреднения механической скорости бурения и первом входе блока 4 формирования режима забуривания, второй вход которого соединен с первым выходом пуска пульта 5 бурильщика, а второй его выход установки скорости бурения соединен с третьим входом блока 4. Четвертый вход блока 4 соединен с первым выходом блока 3, пятый вход — с первым выходом таймера 6 бурения, а шестой вход — с выходом таймера 7 забуривания, вход которого подключен к первому выходу пульта 5. Первый выход блока 4 с входом уставок узла 8 регулирования скорости бурения, второй выход — с первым входом узла 9 регулирования частоты вращения инструмента и момента на нем. Третий выход блока 4 подключен к первому входу формирователя 10 параметров забуривания, а четвертый выход — к первому входу таймера 6 бурения, причем пятый выход соединен с вторым входом блока 10 и с восьмым входом формирователя 11 режима бурения.

Первый и второй входы формирователя 11 режима бурения подключены к соответствующим выходам запоминающего блока 12, а третий и четвертый входы подключены к первому и второму выходам блока 3. Пятый и шестой входы формирователя 11 под-

ключены соответственно к первому и второму выходам блока 9, причем последний выход соединен с седьмым входом блока 4. Седьмой вход формирователя 11 подключен к первому выходу таймера 6 бурения, причем второй его выход связан с третьим входом блока 3 дискретного усреднения механической скорости бурения.

Первый и второй выходы формирователя 11 соединены с соответствующими входами блока 12, а третий, четвертый, пятый и шестой выходы подключены к первому, второму, третьему и четвертому входам формирователя 13 параметров бурения, а седьмой выход формирователя 11 соединен с вторым входом таймера 6 бурения. Выходы блоков 10 и 13 подключены к второму входу узла 9 регулирования частоты вращения инструмента и момента.

Формирователь 4 режима забуривания может, например, содержать (фиг.2) элемент 14 сравнения, ключи 15–17, элементы И 18 и 19, ключи 20–22, задатчик 23 скорости забуривания V_z , задатчик 24 максимального значения частоты вращения ω_{\max} инструмента и задатчик 25 скорости бурения V_m мягких пород.

Формирователь 11 режима бурения может, например, содержать ключи 26 и 27, элемент 28 памяти и элементы И 29–32.

Процесс бурения шпура состоит из забуривания коронки и собственно бурения шпура. Забуривание бурового инструмента начинается при минимальной частоте вращения коронки 250–350 об/мин, осевой нагрузке на коронке и скорости забуривания V_z — минимальных и установленных конструкций механизма подачи бурильной установки. Забуривание продолжается определенное время T_z (из опыта разработки и испытаний систем регулирования режима бурения равно 6с). Во время забуривания коронки для того, чтобы исключить ее заштыбровку в мягких породах, необходимо стабилизировать скорость бурения по уставке V_6 . Уставка V_6 выбирается так, что при минимальной частоте вращения коронки заштыбровки коронки не происходит и

приблизительно равна 1,8 м/мин. Кроме того, если во время забуривания буримые породы оказываются крепкие или средней крепости, необходимо стабилизировать момент вращения коронки по уставке номинального момента вращения коронки. Номинальный момент M_n вращения коронки равен устойчивому моменту двигателя вращателя буровой установки.

С целью повышения производительности буровой установки и уменьшения износа коронки за счет сокращения длительности бурения при неоптимальных величинах управляющих воздействий необходимо после забуривания коронки по времени установить оптимальную частоту вращения коронки, номинальный момент вращения коронки и, если бурение осуществляется в мягких породах, то стабилизировать скорость бурения для устранения заштыбовки коронки.

Для осуществления цели изобретения сразу после забуривания инструмента с пульта буровщика задается уставка скорости бурения V_6 , которая выбирается буровщиком так, что заштыбовки коронки не происходит и, как правило, больше уставки забуривания, а также уставка определения мягких пород V_m , которая равна приблизительно 2 м/мин.

Если сразу после забуривания бурение происходит в мягких породах, то происходит увеличение осевой нагрузки коронки и соответственно скорости бурения, так как уставка скорости бурения V_6 больше уставки V_3 , по которой происходит стабилизация скорости бурения при забуривании в мягких породах. При этом, в мягких породах момент на коронке M меньше номинального момента M_n .

При увеличении скорости бурения (осевой нагрузки) она через несколько секунд оказывается больше уставки определения мягких пород V_m . Для бурения мягких пород оптимальной частотой вращения коронки является максимальная частота вращения коронки n_{\max} равная 650 об/мин. Поэтому при скорости бурения, равной или больше уставки определения мягких пород V_m в узле 9 регулирования частоты вращения коронки задается уставка n_{\max} , которую он отрабатывает. При этом узел 8 регулирования скорости бурения V стабилизирует по уставке V_6 , т.е. после забуривания коронки по времени в мягких породах бурения продолжается с оптимальной частотой вращения коронки для этих пород и стабильной скоростью бурения для устранения заштыбовки коронки.

Если сразу после забуривания бурение происходит в породах средней крепости или крепких, то при увеличении осевой нагрузки в узле 8 регулирования скорости бурения момент вращения M коронки увеличивается быстрее увеличения скорости бурения, которая в данном случае при минимальной частоте вращения коронки не может превысить уставки V_m . При этом происходит стабилизация момента вращения коронки на уровне M_n изменением осевой нагрузки в узле 9 регулирования момента. После равенства M и M_n , т.е. при номинальном моменте вращения коронки, система переходит в такт измерения крепости буримых пород (по средней скорости бурения) за $3с$. Время измерения, равное $3с$, выбрано так, что результат измерения крепости пород достоверен, так как скорость бурения имеет колебательный характер с периодом колебаний, равным 0,3 Гц. При номинальном моменте вращения коронки и определенной частоте вращения коронки, (в данном случае минимальной) средняя скорость бурения за $3с$ пропорциональна крепости пород. Такое соответствие средней скорости бурения и крепости пород для пород средней крепости и крепких, в которых происходит бурение шпуров с предлагаемой системой управления установлено экспериментально. После такта измерения крепости пород практически мгновенно рассчитывается по формуле (1) оптимальное значение уставки частоты вращения коронки n_1 по измеренному значению средней скорости бурения и система переходит в такт бурения шпура. Оптимальная частота вращения коронки для пород средней крепости и крепких рассчитывается по формуле

$$n_1 = K_1 \bar{V}_{\text{ср.}} \quad (1)$$

где K_1 — коэффициент, вводимый в управление, связанный с критерием эффективности бурения — минимум себестоимости проходки

В такте бурения система управления стабилизирует момент вращения коронки или скорость бурения, а также по уставке n_1 узел 9 регулирования частоты вращения инструмента и момента устанавливает оптимальную частоту вращения коронки. После окончания отработки этой частоты система переходит в такт измерения средней скорости бурения на $3с$ V_1 , которая в данном случае является оптимальной, так как бурение происходит с оптимальной частотой вращения коронки. После окончания измерения средней скорости бурения оптимальные значения n_1 и V_1 запоминаются (в дальнейшем или используются для расчета оптималь-

ной частоты вращения коронки при измерении крепости бурильных пород).

В процессе дальнейшего бурения шпура при изменении крепости пород момент вращения коронки оказывается не равным M_n . При этом система управления переходит в такт опробования, при котором стабилизируется момент изменения осевой нагрузки коронки. После равенства M и M_n система переходит в такт измерения крепости бурильной породы по средней скорости бурения за $3 \cdot V_2$ и после окончания такта измерения практически мгновенно, рассчитывается оптимальная частота вращения коронки n_2 для бурения шпура с изменившейся крепостью пород по формуле (2) и система переходит в такт бурения шпура. Оптимальная частота вращения коронки для бурения шпура с изменившейся крепостью пород рассчитывается по формуле

$$n_2 = n_1 - n_2 \cdot \left(\frac{V_1}{V_2} - 1 \right), \quad (2)$$

где K_2 — коэффициент, вводимый в управление, связанный с критерием эффективности бурения — минимумом себестоимости проходки.

В такте бурения система работает аналогично предыдущему такту бурения после расчета n_2 .

Устройство работает следующим образом.

С первого выхода пульта 5 бурильщика проходит сигнал пуска на второй вход блока 4 формирования режима забуривания и на вход таймера 7 забуривания. При этом запускается таймер 7 забуривания, который считает время бурения t и сравнивает его с T_3 , равное $6s$. Одновременно по сигналу "Пуск" запускается блок 4 формирования режима забуривания, в котором открываются ключи 21 и 22, и сигнал с задатчика 23 уставки скорости забуривания V_3 через ключ 21 и нормально открытый ключ 17 передается на первый выход блока 4 формирования и далее на узел 8 регулирования скорости бурения. По сигналу "Пуск" сигнал скорости бурения с датчика 2 технологического процесса бурения передается также на узел 8 регулирования скорости бурения, а сигнал с датчика момента передается через ключ 22 в узел 9 регулирования частоты вращения инструмента и момента, который состоит из двух разомкнутых систем автоматического регулирования.

В узле 8 текущее значение V сравнивается с V_3 , а в двухпозиционном датчике момента узла 9 M сравнивается с M_n и при их неравенстве узлы 8 или 9 изменяют осевую

нагрузку P на коронку. В частности, при неравенстве M и M_n сигнал с датчика момента через ключ 22 воздействует на вход узла 9 регулирования частоты вращения инструмента и момента, в частности на вход системы регулирования момента, которая изменяет осевую нагрузку P . При этом осуществляется стабилизация момента на коронке, если забуривание происходит в породах крепких или средней крепости, или стабилизации скорости забуривания по уставке V_3 , если забуривание происходит в мягких породах. Величина V_3 выбрана так, что при забуривании с минимальной частотой вращения коронки в мягких породах заштыбовки коронки не происходит. При t больше или равном T_3 забуривание заканчивается и таймер 7 подает сигнал на входы ключей 15–17 и первый вход элемента И 18. При этом ключ 17 закрывается, а ключи 15 и 16 открываются и на вход узла 8 вместо уставки V_3 через ключ 16 с пульта 5 бурильщика подается сигнал уставки скорости бурения V_6 . При этом на вход узла 8 продолжают поступать сигналы текущей V с датчика 2. При неравенстве V и V_6 узел 8 изменяет осевую нагрузку P .

Одновременно на элементе 14 сравнения сравнивается величина V и величина V_m с задатчика 25 скорости бурения мягких пород. Если V больше или равно V_m , то через ключ 15 подается на вход задатчика 24 p_{\max} сигнал, который в свою очередь подает через формирователь 10 уставку p_{\max} на вход узла 9 регулирования частоты вращения бурового инструмента и момента. На тот же вход через блоки 3, 11 и 13 с датчиков 2 подается сигнал частоты вращения коронки n . В узле 9 сравниваются n и p_{\max} и при их неравенстве увеличивается n до равенства n и p_{\max} . Таким образом, после забуривания коронки узел 8 изменением усилия подачи P стабилизирует скорость подачи V по уставке V_6 , задаваемой с пульта 5 бурильщика такой, чтобы не было заштыбовки коронки при бурении шпура.

Если забуривание и последующее бурение происходит в мягких породах, которые определяются по величине V , которая больше или равна V_m , то частота вращения коронки n увеличивается до максимального значения p_{\max} . При этом исключается заштыбовка коронки и бурение продолжается в оптимальном режиме, так как при бурении мягких пород оптимальной частотой вращения коронки является p_{\max} равная 650 об/мин.

После забуривания при стабилизации скорости бурения V изменением усилия подачи P в узле 9 происходит сравнение M и M_n в двухпозиционном датчике момента

на коронке. При равенстве M и M_n и неравенстве V и V_6 забуривание происходит в породах средней крепости или крепких. Сигнал равенства M и M_n с узла 9 подается на второй вход элементов И 18 и И 19, при этом с выхода элемента И 18 подается сигнал пуска таймера 6 бурения, который одновременно выдает сигнал в блок 3 дискретного усреднения механической скорости бурения V на усреднение скорости бурения V_6 . С выдержкой времени около 3с таймер 6 подает на вход элемента И 19 и ключ 20 сигнал. Ключ 20 открывается и среднее значение V за 3с подается на вход формирователя 10 параметров забуривания. Одновременно с этим при равенстве M и M_n с выхода элемента И 19 подается на вход формирователя 10 параметров забуривания сигнал на формирование оптимальной частоты вращения инструмента и на вход формирователя 11 режима бурения — на переход системы в такт бурения. Формирователь 10 при этом по среднему значению V за 3с и формуле (1) рассчитывает оптимальное значение уставки частоты вращения коронки после забуривания n_1 . После расчета n_1 его значение и значение текущей частоты через блоки 3, 11 и 13 с датчиков 2 передаются на вход узла 9 регулирования частоты вращения коронки и момента. В узле 9 сравниваются n и n_1 и при их неравенстве отрабатывается n до равенства n и n_1 .

Таким образом, после забуривания коронки в породах средней крепости или крепости происходит сравнение V и V_6 , а также V и V_m и M с M_n при увеличении усилия подачи P , но так как в таких породах момент на коронке увеличивается значительно быстрее увеличения скорости бурения, то раньше по времени получают равенство M и M_n . По этому равенству система определяет, что бурение происходит в породах средней крепости и крепких. При равенстве M и M_n управление усилием подачи прекращается, запускается таймер 6 бурения и блок дискретного усреднения скорости бурения и через 3с устройство входит в такт бурения, рассчитывается оптимальное значение частоты вращения коронки по средней скорости бурения и узлом 9 регулирования частоты вращения коронки оптимальное значение n отрабатывается. Среднее значение V за 3с при моменте на коронке M , соответствующем M_n соответствует крепости бурильной породы.

После прихода сигнала с выхода элемента И 19 и на входы элементов И 29–32 (см. фиг.3) система переходит в такт режима бурения. При этом узел 9 регулирования частоты вращения коронки и момента отраба-

тывает уставку n_1 , как описано, и при равенстве n и n_1 подает сигнал на вход 28 памяти, который запоминает сигнал об окончании отработки n_1 . С прямого выхода элемента 28 подается сигнал на второй вход элементов И 29 и 30. После этого, если в результате сравнения M и M_n получено их равенство, то с второго выхода узла 9 подается сигнал на третий вход элемента И 29, с выхода которого подается сигнал пуска на вход таймера 6 бурения, который одновременно выдает сигнал в блок 3 дискретного усреднения механической скорости бурения на усреднение скорости бурения V . С выдержкой времени около 3с таймер 6 бурения подает на третий вход элемента И 30 сигнал, который открывает ключ 27 на запись среднего значения скорости бурения за 3с V_1 и оптимального значения частоты вращения коронки n_1 с узла 9 для пород средней крепости и крепких и n_{\max} для мягких пород в запоминающий блок 12. Одновременно сигнал с выхода элемента И 30 устанавливает в исходное положение элемент 28 памяти инверсный выход которого подает сигнал к входам элементов И 31 и 32.

Далее, если крепость бурильных пород изменяется, равенство M и M_n нарушается, при этом аналогично предыдущему изменением усилия подачи P происходит стабилизация момента на коронке до получения равенства M и M_n . При этом равенстве M и M_n с узла 9 приходит сигнал на третий вход элемента И 31, с выхода которого поступает сигнал пуска таймера 6 бурения, который одновременно выдает сигнал в блок 3 дискретного усреднения скорости бурения и с выдержкой времени около 3с таймер 6 подает сигнал на третий вход элемента И 32, с выхода которого подается сигнал на вход формирователя 13 параметров бурения для расчета по формуле (2) уставки оптимальной частоты вращения коронки n_2 . Одновременно с выхода элемента И 32 сигнал открывает ключ 26, через который с величины V_1 и n_1 из запоминающего блока 12 и среднее значение скорости бурения за 3с V из блока 3 передается в формирователь 13 параметров бурения для расчета n_2 .

После расчета уставки оптимальной частоты вращения коронки n_2 ее величина передается на вход узла 9 регулирования частоты вращения коронки, которая отрабатывает n_2 . После равенства n и n_2 сигнал с выхода узла 9 подается на вход элемента 28 памяти и далее все повторяется аналогично предыдущему режиму бурения.

Таким образом, после перехода в такт бурения отрабатывается узлом 9 регулирования оптимальное значение частоты вра-

55

2. Устройство управления буровым агрегатом, содержащее датчики технологического процесса бурения, два выхода которых соединены с соответствующими входами блока дискретного усреднения механической скорости бурения, запоминающий блок, таймер забуривания, пульт бурильщика, узел регулирования частоты вращения инструмента и момента, а также узел регулирования скорости бурения, отличающееся тем, что, с целью повышения производительности бурового агрегата за счет сокращения времени поиска оптимальных управляющих сигналов и устранения заклинивания инструмента при забуривании, устройство снабжено формирователем режима и параметров забуривания, формирователями режима и параметров бурения, а также таймером бурения, при этом два первых выхода запоминающего блока соединены с соответствующими входами формирователя режима бурения, первые два выхода которого соединены с соответствующими входами запоминающего блока, первый выход датчиков технологического процесса бурения соединен с первым входом формирователя режима забуривания, первый и второй выходы которого подключены к первому входом узла регулирования скорости бурения и узла регулирования частоты вращения инструмента и момента соответственно, первый выход пульта бурильщика соединен с

de

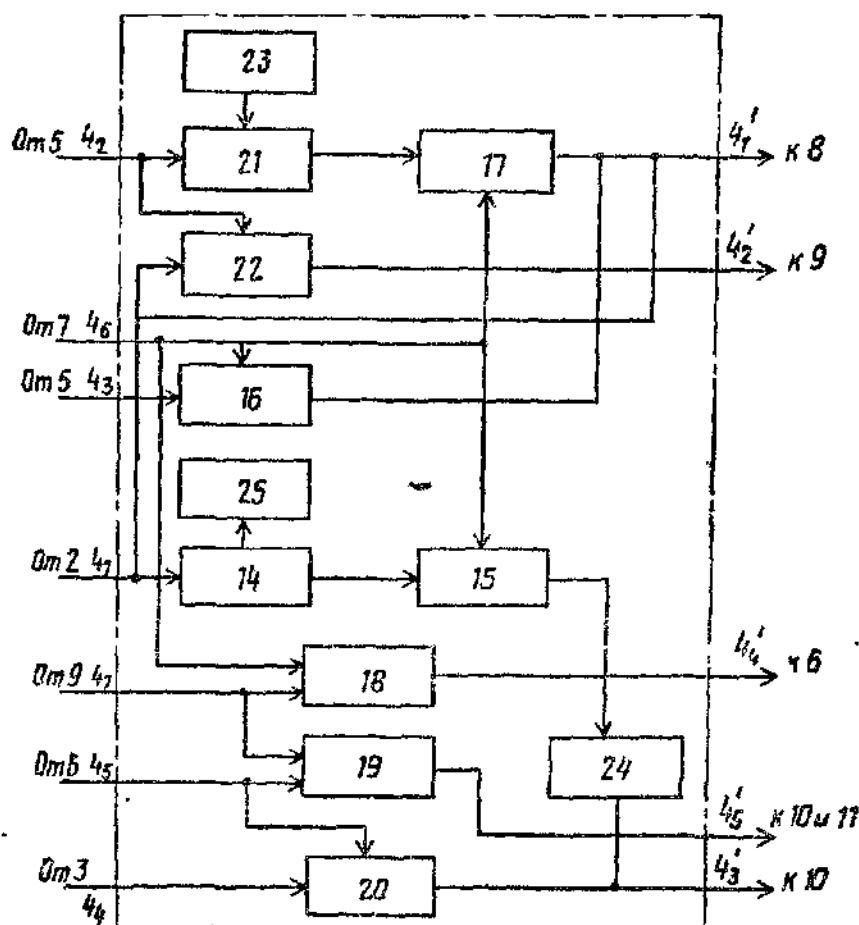
de

de

de

входом таймера забуривания и вторым входом формирователя режима забуривания третий выход которого подключен к первому входу формирователя параметров забуривания, второй выход пульта бурильщика соединен с третьим входом формирователя режима забуривания, четвертый выход которого подключен к первому входу таймера бурения, третий – шестой выходы формирователя режима бурения соединены с четырьмя входами формирователя параметров бурения, выход которого подключен к второму входу узла регулирования скорости вращения инструмента и момента первый выход блока дискретного усреднения механической скорости бурения соединен с третьим входом формирователя режима бурения и с четвертым входом формирователя режима забуривания а второй – с четвертым входом формирователя режима бурения седьмой выход которого подключен к второму входу таймера бурения, первый выход узла регулирования частоты вращения инструмента соединен с пятым входом

формирователя режима бурения, выход таймера забуривания соединен с шестым входом формирователя режима забуривания, второй выход узла регулирования частоты вращения инструмента и момента соединен с шестым входом формирователя режима бурения и с седьмым входом формирователя режима забуривания, первый выход таймера бурения соединен с седьмым входом формирователя режима бурения и с пятым входом формирователя забуривания, пятый выход которого подключен к второму входу формирователя параметров забуривания и к восьмому входу формирователя режима бурения, причем выход формирователя параметров забуривания соединен с вторым входом узла регулирования частоты вращения инструмента и момента, второй выход датчиков технологического процесса бурения – с вторым входом узла регулирования скорости бурения, а второй выход таймера бурения – с третьим входом блока дискретного усреднения механической скорости бурения.



Фиг. 2

