

Галузь застосування

Винахід належить до галузі водопостачання і призначений для використання в системах побутового водопостачання в приватних будинках, фермерських господарствах, присадибних ділянках, для автономного водопостачання котеджів та інших споживачів, у тому числі для водозабору зі свердловин та резервуарів зі змінним динамічним рівнем води, що перекачується.

Відомий рівень техніки

Відомо, що при використанні заглибних насосів у сучасних системах водопостачання часто виникають проблеми, пов'язані зі зміною динамічного рівня води в свердловині, що веде до порушення стабільної подачі води споживачеві і може призвести до виходу насоса з ладу. Основною причиною виникнення таких проблем стає поява повітряних пробок, що утворюються в зоні надходження рідини в заглибний насос і напірну магістраль, що зв'язує заглибний насос зі споживачем. Поява повітряних пробок веде до аварійного режиму роботи заглибного насоса, який називається "сухим ходом" заглибного насоса.

Відома система автономного водопостачання, що містить резервуар, з якого проводиться забір води, заглибний насос, розташований в резервуарі, напірну магістраль, що зв'язує заглибний насос зі споживачем і з гідроаккумулятором, і електронний блок управління з перетворювачем частоти, призначеним для регулювання числа обертів залежно від заданого тиску рідини, що проходить через напірну магістраль, в якій встановлений датчик тиску, призначений для включення та відключення електродвигуна насоса при досягненні в напірній магістралі необхідного тиску рідини (див. Патент CN201738383U, М. кл. E03B 11/16, E03B 5/04, E03B 7/02, E03B 7/07, опубл. 09.02.2011). Електронний блок управління забезпечує автоматичне управління роботою системи та виконаний у вигляді окремо встановленої електронної шафи управління, до якої електрично підключений як датчик тиску рідини, встановлений на напірній магістралі, так і додатково датчик тиску рідини, встановлений в резервуарі, з якого проводиться забір води, та датчик тиску рідини у вищезгаданому гідроаккумуляторі, встановленому на напірній магістралі.

Недоліками відомої системи автономного водопостачання з заглибним насосом є нестабільність тиску води у споживача, а також складність монтажу системи, пов'язана з необхідністю прокладання додаткових кабелів для з'єднання датчиків тиску рідини, встановлених на напірній магістралі, гідроаккумуляторі та вказаному резервуарі, з якого проводиться забір води, що збільшує як вартість монтажу, так і вартість ремонтно-експлуатаційних робіт, знижує надійність роботи устаткування.

Відома система автономного водопостачання з автоматичним керуванням заглибним насосом, що прийнята як прототип, містить напірну магістраль, забезпечену гідроаккумулятором і зворотним клапаном, і електронний блок управління, в корпусі якого виконана проточна камера, гідравлічно вбудована в напірну магістраль, що виконана у вигляді двох послідовно встановлених трубопроводів, що зв'язують заглибний насос зі споживачем, при цьому в зазначеній проточній камері встановлений датчик тиску і датчик захисту від "сухого ходу", а електронний блок управління містить перетворювач частоти, призначений для регулювання числа обертів електродвигуна заглибного насоса в залежності від заданого тиску при динамічній витраті води, що прокачується через проточну камеру (див. Патент CN102943508A, М. кл. E03B11/16; E03B7/07; E03B7/09, опубл. 27.02.2013).

У відомій системі автономного водопостачання потік води, що перекачується, проходить через проточну камеру, гідравлічно зв'язану та безпосередньо вбудовану в напірну магістраль і є її частиною, що не вимагає додаткового монтажу електронного блоку управління окремо від напірної магістралі та відповідних витрат, пов'язаних з монтажем та експлуатацією відомої системи автономного водопостачання.

Недоліками відомої системи є нестабільність тиску води у споживача та її низька надійність, обумовлені виконанням датчика захисту від "сухого ходу" у вигляді тарілчастого клапана, розміщеного в проточній камері блоку управління. У цьому випадку датчик захисту від "сухого ходу" виконує також функцію зворотного клапана, який при зниженні динамічного рівня води в свердловині та вимкненні електродвигуна заглибного насоса перешкоджає зворотному руху води з напірної магістралі у порожнину заглибного насоса. У цьому випадку стовп води, що знаходиться в напірній магістралі, впливає на тарілчастий клапан та притискає його до вихідного отвору трубопроводу, що входить в проточну камеру. Коли ж динамічний рівень води в свердловині опускається нижче рівня розміщення заглибного насоса, то у напірній магістралі утворюється повітряна пробка, яка після підвищення рівня води в свердловині надходить у напірну магістраль.

В результаті цього виникає переривчастий рух води в напірній магістралі, який супроводжується плесканням стисненого повітря при видачі води з напірної магістралі, порушується стабільний режим роботи системи автономного водопостачання та видачі води споживачеві. Поряд з цим з'являється додаткова вібрація у вузлах системи автономного водопостачання, що призводить до їх прискореного зносу та передчасного виходу з ладу. Особливо небажані подібні ударні плескання стисненого повітря від переривчастого руху води для систем, що містять бойлери та інші водонагрівальні пристрої.

Також встановлення тарілчастого клапана в проточній камері веде до часткового перекривання її прохідного перерізу та підвищення гідравлічного опору напірної магістралі.

Задача винаходу

Задачею цього винаходу є створення системи автономного водопостачання з автоматичним управлінням заглубним насосом, що забезпечує стабільний тиск незалежно від витрати води споживачем, шляхом контролю тиску води, що надходить через проточну камеру і напірну магістраль до споживача.

Також задачею цього винаходу є підвищення надійності роботи заглубного насоса, за рахунок своєчасної фіксації "сухого ходу" та аварійного відключення електродвигуна насоса з подальшим автоматичним його включенням після виходу з аварійного режиму "сухого ходу", за рахунок підвищення швидкості спрацьовування датчика захисту від "сухого ходу", а також за рахунок оптимізації конструювання електронного блоку управління.

Суть винаходу

Для досягнення зазначеної задачі у відомій системі автономного водопостачання з автоматичним керуванням заглубним насосом, що включає електродвигун і насосний агрегат, що містить напірну магістраль з гідроаккумулятором і зворотним клапаном, і електронний блок управління, в корпусі якого виконана проточна камера, гідравлічно вбудована в напірну магістраль, виконану у вигляді двох послідовно встановлених трубопроводів, що зв'язують заглубний насос зі споживачем, при цьому в зазначеній проточній камері встановлено датчик тиску і датчик захисту від "сухого" ходу, а електронний блок управління містить перетворювач частоти, призначений для регулювання числа обертів електродвигуна заглубного насоса залежно від заданого тиску при динамічній витраті води, що прокачується через проточну камеру, згідно з винаходом, що заявляється, перетворювач частоти змонтований на пластині-радіаторі, встановленої в проточній камері, а датчик захисту від "сухого" ходу виконаний у вигляді шторки, шарнірно встановленої в корпусі електронного блоку управління з можливістю перекриття вихідного отвору трубопроводу, що входить у проточну камеру, і з щонайменше одним постійним магнітом, розміщеним на шторці для взаємодії з датчиком Холла, встановленим в стінці корпусу блока управління в зоні вихідного отвору зазначеного трубопроводу.

Оснащення системи автономного водопостачання перетворювачем частоти, призначеним для регулювання числа обертів електродвигуна заглубного насоса залежно від заданого тиску при динамічній витраті води споживачем, дозволяє регулювати продуктивність заглубного насоса, а розміщення зазначеного перетворювача частоти на пластині-радіаторі, встановленої в проточній камері, дозволяє оптимізувати та підвищити надійність роботи електронного блоку управління за рахунок ефективного тепловідведення від елементів, що входять до складу перетворювача частоти. При цьому виконання датчика захисту від "сухого" ходу, у вигляді шторки, що розташована у зоні вихідного отвору зазначеного трубопроводу, що входить в проточну камеру, забезпечує захист насоса від "сухого ходу" і стабілізацію тиску води у споживача.

У окремому варіанті виконання системи автономного водопостачання, датчик тиску встановлений в стінці корпусу блока управління і виконаний у вигляді мембрани, що включає тензодатчик з підведеними до нього контактами, які служать для реєстрації керуючого сигналу, що відповідає тиску рідини в напірній магістралі заглубного насоса, при розтягуванні-стисненні вказаного тензодатчика від впливу вказаної мембрани.

В іншому окремому варіанті виконання системи, шторка, що входить до складу датчика захисту насоса від "сухого" ходу, забезпечена натискною пружиною, що фіксує шторку в положенні, що перекриває вихідний отвір трубопроводу, що входить в проточну камеру, за відсутності потоку рідини, що прокачується через неї.

Ще в одному окремому варіанті виконання системи, шторка виконана з немагнітного полімерного матеріалу і містить щонайменше одну комірку для розміщення постійного магніту, виконаного з неодимового сплаву.

В іншому окремому варіанті виконання системи автономного водопостачання, щонайменше один постійний магніт, встановлений на шторці, має форму циліндра, або паралелепіпеда, або куба, або призми, при цьому опозитно розташовані основи вказаного магніту є його магнітними полюсами N і S, а один з його магнітних полюсів (N або S), спрямований у бік датчика Холла, розташованого в корпусі електронного блоку управління у безпосередній близькості до вихідного отвору трубопроводу, що входить у проточну камеру.

В окремому варіанті виконання системи автономного водопостачання, лицьова сторона пластини-радіатора контактує з внутрішнім фланцем корпусу електронного блоку управління, а її тильна сторона звернена до порожнини проточної камери, при цьому між внутрішнім фланцем і пластиною-радіатором встановлена манжета для герметизації елементів блока управління.

В іншому окремому варіанті виконання системи корпус електронного блоку управління забезпечений ущільнюючою прокладкою, встановленою на зовнішньому фланці корпусу, до якого примикає лицьова панель блока управління.

Вищевказана сукупність суттєвих ознак винаходу, що заявляється, забезпечує стабільний тиск води в системі автономного водопостачання та підвищення надійності її роботи.

Фігури

Винахід, що заявляється, пояснюється кресленнями, де: на фіг. 1 зображений загальний вигляд системи автономного водопостачання; на фіг. 2 – загальний вигляд електронного блоку управління; на фіг. 3 – вигляд I фіг. 2; на фіг. 4 - переріз А-А фіг. 2; на фіг. 5 - вигляд II фіг. 4.

Приклад реалізації винаходу

Система автономного водопостачання з автоматичним керуванням заглибним насосом 1, що включає електродвигун і насосний агрегат, містить напірну магістраль 2, забезпечену гідроакумулятором 3 і зворотним клапаном 4, і електронний блок управління 5. У корпусі 6 блока управління 5 виконана проточна камера 7, гідравлічно вбудована в напірну магістраль 2, виконану у вигляді двох послідовно розташованих трубопроводів 8 та 9, що зв'язують заглибний насос 1 зі споживачем. У проточній камері 7 встановлений датчик тиску 10 і датчик захисту від "сухого" ходу 11, при цьому електронний блок управління 5 містить перетворювач частоти 12, призначений для регулювання числа обертів електродвигуна заглибного насоса 1 залежно від заданого тиску при динамічній витраті води, що прокачується через проточну камеру 7. Перетворювач частоти 12 змонтований на пластині-радіаторі 13, встановлений в проточній камері 7. Датчик захисту від "сухого" ходу 11 виконаний у вигляді шторки 14, шарнірно встановленої в корпусі 6 електронного блока управління 5 з можливістю перекривання вихідного отвору 15 трубопроводу 8, що входить у проточну камеру 7. Шторка 14 містить щонайменше один постійний магніт 16, який призначений для взаємодії з датчиком Холла 17, встановленим в стінці корпусу 6 електронного блока управління 5 в безпосередній близькості до вихідного отвору 15 трубопроводу 8, що входить в проточну камеру 7.

Шторка 14 забезпечена натискною пружиною 18, що фіксує шторку 14 в положенні, що перекриває вихідний отвір 15 трубопроводу 8, за відсутності потоку рідини, що прокачується через проточну камеру 7. Шторка 14 виконана з немагнітного полімерного матеріалу і містить щонайменше одну комірку 19 для розміщення постійного магніту 16, виконаного з неодимового сплаву, що має форму циліндра або паралелепіпеда, або куба, або призми. При цьому опозитно розташовані основи вказаного постійного магніту 16 є його магнітними полюсами N і S, а один з магнітних полюсів (N або S) постійного магніту 16, встановленого в комірці 19 шторки 14, спрямований у бік датчика Холла 17, розташованого в стінці корпусу 6 електронного блока управління 5.

Зворотний клапан 4 змонтований у нижній частині трубопроводу 8, у зоні, що примикає до вихідного патрубку заглибного насоса 1, що спрощує технічне обслуговування системи, що заявляється, та підвищує її надійність та ремонтпридатність. Це у свою чергу сприяє зниженню відповідних витрат, пов'язаних з експлуатацією системи автономного водопостачання, що заявляється.

Датчик тиску 10 встановлений у стінці 6 корпусу блока управління 5 і виконаний у вигляді мембрани (на кресленнях не показана), що включає тензодатчик з підведеними до нього контактами, які служать для реєстрації керуючого сигналу, що відповідає тиску рідини в напірній магістралі 2, при його розтягуванні-стисненні під впливом вказаної мембрани.

На лицьовій стороні 20 пластини-радіатора 13, яка виготовлена із корозійностійкого металу або сплаву, встановлений перетворювач частоти 12, а її тильна сторона 21 звернена до порожнини проточної камери 7 і контактує з внутрішнім фланцем 22 корпусу 6 електронного блока управління 5. На контактній поверхні внутрішнього фланця 22 виконаний паз для розміщення манжети 23, що забезпечує герметизацію елементів блока 5 управління від потоку води, що проходить через проточну камеру 7. Корпус 6 електронного блока управління 5 забезпечений ущільнюючою прокладкою 24, встановленою на зовнішньому фланці 25 корпусу 6, до якого примикає лицьова панель 26. Ущільнююча прокладка 24 призначена для герметизації елементів блока управління 5 від зовнішньої атмосфери.

На лицьовій панелі 26 електронного блока управління 5 розташований екран дисплея 27, на якому відображаються поточні значення параметрів заглибного насоса, а також кнопкова клавіатура 28, що служить для налаштування та оптимізації режимів роботи системи автономного водопостачання.

Система автономного водопостачання з автоматичним керуванням заглибним насосом працює в такий спосіб.

Заглибний насос 1 здійснює забір і подачу води зі свердловини, яка проходить через зворотний клапан 4 і надходить у гідроакумулятор 3 через напірну магістраль 2, що складається з двох послідовно встановлених трубопроводів 8 і 9 і проточної камери 7, розташованої між ними. У міру підвищення тиску у напірній магістралі 2 в електронний блок управління 5 надходять відповідні сигнали, генеровані датчиком тиску 10 і датчиком захисту від "сухого" ходу 11, встановленими в проточній камері 7. При досягненні необхідного тиску, заданого за допомогою електронного блока управління 5, електродвигун заглибного насоса 1 відключається і витрата води у споживача забезпечується за рахунок тиску, створюваного гідроакумулятором 3, при цьому стабільність тиску води в напірній магістралі 2 забезпечується за рахунок обсягу води, що міститься в порожнині гідроакумулятора 3.

У міру витрати води у споживача тиск у порожнині гідроакумулятора 3 і проточній камері 7 знижується, в результаті чого включається електродвигун заглибного насоса 1. Зміна тиску в напірній

магістралі 2 фіксується датчиком тиску 10, від якого сигнал надходить в електронний блок управління 5 з перетворювачем частоти 12, який забезпечує зміну частоти і, відповідно, регулювання числа обертів електродвигуна заглибного насоса 1 залежно від заданого тиску води, що прокачується через проточну камеру 7.

При зміні витрати води автоматично формується напруга необхідної частоти та амплітуди, що подається на статорні обмотки електродвигуна заглибного насоса 1 для підтримки заданого тиску в системі водопостачання. Зі зростанням витрати води частота напруги, що подається в електродвигун, підвищується, при зниженні витрати - знижується, що призводить до зміни продуктивності заглибного насоса 1. При припиненні забору води споживачем і заповненні порожнини гідроакумулятора 3 тиск у напірній магістралі 2 зростає, система фіксує це зростання та за рахунок перетворювача частоти 12 знижує частоту до повної зупинки заглибного насоса 1.

Система автономного водопостачання переходить у режим, що стежить за тиском в проточній камері 7 і напірній магістралі 5. При фіксації падіння тиску до нижньої межі, заданої за допомогою електронного блока управління 5, відбувається повторний пуск - плавне включення і розгін електродвигуна заглибного насоса 1 до досягнення номінального (заданого) тиску у напірній магістралі 2.

Цикл роботи системи автономного водопостачання повторюється в міру витрати води, при цьому тиск в напірній магістралі 2 і в системі водопостачання в цілому залишається постійним незалежно від витрати води.

Якщо потреба у воді змінюється, датчик тиску 10 і електронний блок управління 5 автоматично регулюють тиск у напірній магістралі 2 для досягнення постійного тиску подачі води, відповідно до її витрати у споживача. За наявності гідроакумулятора 3 великого об'єму забезпечується більш рідкісне включення заглибного насоса 1, оскільки незначні витрати води можуть бути компенсовані за рахунок роботи гідроакумулятора 3 без включення заглибного насоса 1.

Наявність "сухого" ходу фіксується датчиком тиску 10, який фіксує падіння тиску нижче за номінальний (заданий) рівень, і датчиком захисту від "сухого" ходу 11. При "сухому" ході потік води через проточну камеру 7 зупиняється і шторка 14 під впливом натискної пружини 18 перекриває вихідний отвір 15 трубопроводу 8.

При цьому спрацьовує датчик Холла 17, встановлений в стінці корпусу 6 блока управління 5 в безпосередній близькості до вихідного отвору 15 трубопроводу 8, який реагує на магнітне поле, створюване постійним магнітом 16 з неодимового сплаву, розміщеним в комірці 19, виконаній на шторці 14. Керуючий сигнал від датчика Холла 17 надходить в електронний блок управління 5, який автоматично видає команду на вимикання заглибного насоса 1.

Відбувається зупинка заглибного насоса 1, на екрані дисплея 27 електронного блока управління 5 відображається код помилки і включається таймер перезапуску, який забезпечує повторне включення заглибного насоса 1 через певний проміжок часу залежно від попереднього налаштування блока управління 5. Після трьох невдалих спроб перезапуску система автономного водопостачання стає на паузу і може бути запущеною вручну, за допомогою клавіатури 28, розміщеної на лицьовій панелі 26 електронного блока управління 5. Невдалою спробою перезапуску вважається спроба при якій фіксується "сухий хід".

За рахунок водяного охолодження перетворювача частоти 12, встановленого на робочій стороні 20 пластини-радіатора 13, яка розміщена в проточній камері 7, забезпечується інтенсивне тепловідведення від елементів, що входять до складу перетворювача частоти 12, що підвищує надійність роботи електронного блока управління 5 та системи, що заявляється, в цілому. При цьому герметизація елементів блока управління 5, встановлених на робочій стороні 20 пластини-радіатора 13, забезпечується за рахунок манжети 23, встановленої на тильній стороні пластини-радіатора 13, та ущільнюючої прокладки 24, встановленої на зовнішньому фланці 25 корпусу 6.

Технічний результат

Технічним результатом винаходу є підвищення надійності роботи системи автономного водопостачання, за рахунок забезпечення стабільного тиску при динамічній витраті води споживачем та ефективного тепловідведення від елементів, що входять до складу електронного блока управління.



Fig. 1

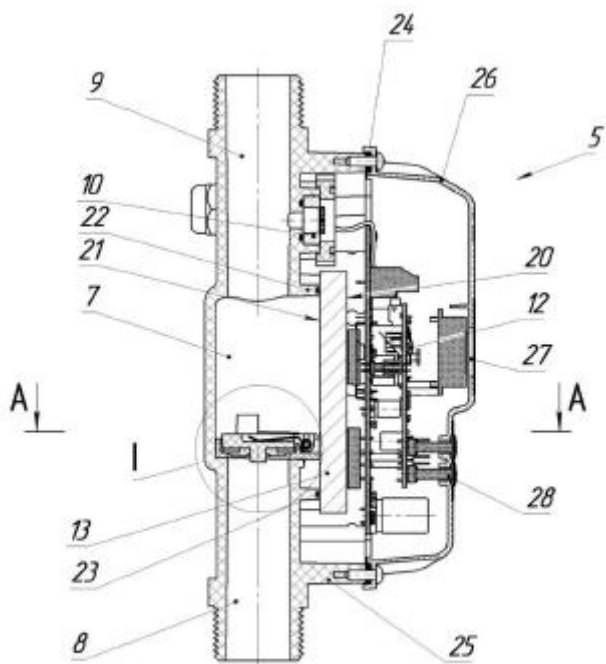


Fig. 2

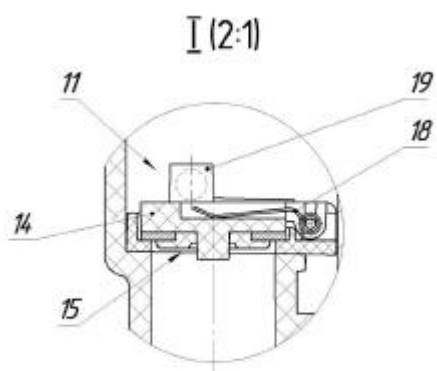


Fig. 3

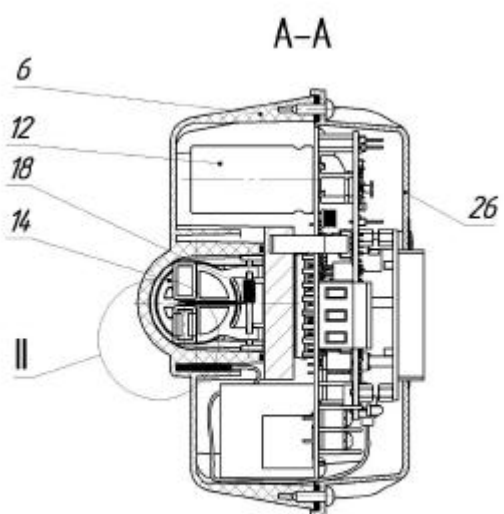


Fig. 4

II (2:1)

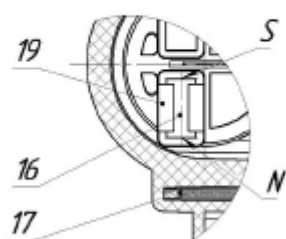


Fig. 5