

Корисна модель стосується повітряних компресорів та насосів і, зокрема, їх живлення електричною енергією за рахунок обертання колеса, що оснащені засобами для моніторингу і накачування автомобільних шин під час руху та зупинки транспортних засобів. Така система виконана у формі приставки, яку можна зручно та легко встановити зовні на дисках автомобільних коліс та причепів для підтримки оптимального тиску.

З технічної літератури відома централізована система підкачки шин (CTIS), яка використовується у військовій та вантажній автомобільній техніці. Така система регулює тиск у шинах під час руху через спеціальні шланги та клапани від спільного ресивера. Водій може змінювати тиск залежно від типу дороги (асфальт, ґрунт, пісок тощо) [1].

Недолік таких систем полягає в тому, що система не оптимально підтримує тиск в шинах транспортного засобу або в причепах оскільки водій суб'єктивно оцінює стан дороги. Крім того, при пошкодженні шини водій не має жодної інформації щодо такого факту і його масштабів.

Відома шина фірми Goodyear, що здатна до само-підкачування. В закраїни такої шини вмонтована пара тороподібних оболонок, які при обертанні колеса періодично стискаються і підкачують повітря в шину, використовуючи принцип так званого перистальтичного насоса [2].

Недоліки такої шини обумовлені низькою ефективністю перистальтичних насосів, труднощами регулювання тиску і відсутністю контролю водія за станом шини, зокрема при пошкодженні і втраті герметичності шини.

Відома також безповітряна шина UPTIS фірми Мішлен, яка складається з зовнішнього пружного обода, що має протектор, який контактує з дорожнім покриттям, та жорстку маточину, між ободом і маточиною знаходяться безліч стільників або вигнутих еластичних плоских перемичок – «спиць» [3].

Основні переваги такої шини: захист від проколів: навіть якщо колесо пошкодиться, воно не «спускає», бо немає повітря; зменшення ризику аварій через раптову втрату тиску; не потрібно возити запаску чи витратити кошти на ремонт проколів.

Недоліки шини: обмежена функціональність, бо нова технологія обмежена застосуванням лише в легкових автомобілях; залежність жорсткості обода і «спиць» такого колеса від температури навколишнього середовища; неможливість регулювання пружності обода від величини навантаження на автомобіль; підвищена шумність обода під час їзди.

З технічної літератури відома також система TPRS (Tire Pressure Regulation System), яка відповідає стандарту ECE R141 (обов'язковий з липня 2024 року). Вона автоматично регулює тиск у шинах під час руху, використовуючи систему шлангів і клапанів на осях автомобільних коліс [4].

Переваги системи - відповідність новим європейським нормам та автоматичне коригування тиску в шинах нових автомобілів, що випускаються з липня 2024 року.

Недоліки системи – вона потребує інтеграції в конструкцію автомобіля. Необхідність суттєвої модернізації існуючих причепів і вантажних автомобілів великої тоннажності.

З патентної літератури відомий також поршневий компресорний апарат для підтримки тиску в кожній окремій шині автомобіля, причому компресор приводиться в дію обертанням колеса під час руху автомобіля. Компресор знаходиться у вертикальному положенні на колінчастому валу, з'єднаному з віссю колеса автомобіля для обертання разом з нею. Повітря, стиснене в циліндрі компресора, подається до розвантажувального клапана, який можна налаштувати на потрібний тиск у шинах та ефективно скидати стиснене повітря в атмосферу, коли тиск у шинах перевищує задане значення. Трубопровід, що подає стиснене повітря до шини автомобіля має поворотний з'єднувач, що запобігає скручуванню трубопроводу під час обертання шини навколо нерухомого компресора [5]. Компресор монтується в центральній частині ободу кожного колеса і підключається гнучким шлангом до штокового клапану відповідної шини автомобіля або його причепа.

Недолік аналога полягає в тому, що він може функціонувати лише під час руху з відповідною швидкістю і створює при цьому радіальні вібрації. Крім того, для налаштування тиску в шинах до типу дорожнього покриття (бруківка, асфальт тощо) потрібно зупинятися і регулювати розвантажувальний клапан в кожному колесі.

З патентної літератури відома також система, що містить резонансний поршневий насос коливальної маси, а також конструкцію для генерації електроенергії від руху налаштованої коливальної маси в таких насосах. Коливальна маса може бути маятником, вільно рухомою гиркою або кулькою, що котиться всередині дугоподібної камери для генерування електричної енергії [6].

Недолік - система може функціонувати лише під час руху з відповідною швидкістю і створює при цьому вібрації і шум від коливання маятників.

Відома також система накачування шини для підтримки заданого тиску, що встановлюється на колесі транспортного засобу в умовах обертання колеса навколо його осі, а система містить: корпус з монтажною конструкцією для зчеплення з комплементарною монтажною конструкцією колеса транспортного засобу; компресорний поршневий вузол для нагнітання повітря, що містить: корпус компресора, нерухомо закріплений на основі та має поршень в камері стиснення повітря, вхідний отвір для введення повітря в камеру стиснення повітря та вихідний отвір для подачі повітря з камери стиснення повітря; колінчастий вал, частина якого вирівняна вздовж осі обертання колеса, коли основа встановлена на колесі, та має хід, зміщений відносно осі обертання, причому колінчастий вал обертається відносно корпусу; окремий зворотно-поступальний елемент, з'єднаний з ходом колінчастого вала; повітропровід, розташований між вихідним отвором для повітря та клапаном накачування шини; та противагу, нерухомо встановлену на одному кінці колінчастого вала для підтримки відносного обертального руху між колінчастим валом та корпусом, коли колесо обертається навколо осі обертання [7].

Відома система може функціонувати лише під час руху з відповідною швидкістю, - що є її основним недоліком - і вибрана як прототип, оскільки має максимальне число спільних ознак з технічним рішенням, що заявляється, а саме: корпус, що складається з основи та кришки; вузол для нагнітання повітря у формі поршневого компресора; повітропровід, розташований між вихідним отвором компресора та клапаном накачування шини; противагу для вертикальної орієнтації компресора в просторі.

Завданням корисної моделі є створення автоматизованої системи моніторингу і накачування шин (АСМНШ) транспортних засобів як в процесі руху, так і на зупинках з метою розширення її функціональних можливостей при одночасному зменшенні радіальних вібрацій.

Задача та технічний результат, вирішуваний корисною моделлю при її здійсненні, полягає в тому, що АСМНШ, яка включає корпус, вузол для нагнітання повітря, клапан накачування шин, повітропровід; корпус складається у свою чергу з основи та кришки, де розташована противага, а основа кріпиться до монтажною конструкції колеса, згідно технічного рішення, додатково містить інтерактивний модуль керування, датчик тиску, причому вузол для нагнітання повітря виконаний по схемі мембранного компресора, клапан накачування шин виконано з можливістю електричного керування, вісь обертання колеса співпадає з віссю повороту противаги, яка виконана з можливістю генерування електричної енергії за допомогою постійних магнітів і котушок індуктивності з феромагнітними осердями.

Крім того, на периферичній частині противаги встановлено котушки індуктивності з феромагнітними осердями, а постійні магніти розташовані на однаковій кутовій відстані один від одного і встановлені в кільцевому магнітопроводі на однаковій відстані від центру кріплення противаги.

Крім того, на периферичній частині противаги встановлено постійні магніти, а котушки індуктивності з феромагнітними осердями розташовані на однаковій кутовій відстані одна від одної і встановлені на кільцевому магнітопроводі рівновіддалено від центру кріплення противаги.

Крім того, модуль керування кріпиться до видовженої частини противаги, а мембранний компресор закріплений в центральній частині противаги співвісно з віссю обертання колеса.

Крім того, інтерактивний модуль керування містить акумулятор, випрямляч, контролер заряду, мікроконтролер, Wi-Fi-модуль та Wi-Fi антену, в якому виходи випрямляча підключені через контролер заряду до акумулятора, до якого підключений мікроконтролер, перший вхід якого підключений до виходу датчика тиску, відповідні виходи мікроконтролера безпосередньо під'єднані до входу керування клапану накачування шин, до входу Wi-Fi-модуля і через силовий ключ – до мембранного компресора, а вихід Wi-Fi-модуля підключений до другого входу мікроконтролера.

Крім того, обмотки котушок індуктивності з'єднані між собою по трифазній схемі «зірка».

Нові суттєві ознаки невідомі з патентної та технічної літератури. Використання нових наведених вище суттєвих ознак разом з відомими, властивими прототипу заявленого технічного рішення, дає змогу багатократно реалізувати поставлену задачу, що є підставою для висновку про відповідність представленого технічного рішення критерію "промислова придатність".

Між новими суттєвими ознаками корисної моделі та досягнутим результатом існує безпосередній причинно-наслідковий зв'язок.

Наявність інтерактивного модуля керування розширює функціональні можливості АСМНШ і дозволяє проводити оперативно моніторинг стану шин як під час руху так і на зупинках. Введення котушок індуктивності з феромагнітним осердям дозволяє отримати електричну енергію для

живлення інтерактивного модуля керування. Застосування мембранного компресора суттєво зменшує радіальні вібрації, оскільки не має колінчатого валу.

Корисна модель пояснюється за допомогою креслень, де на Фіг.1 показано зовнішній вигляд АСМНШ і її розташування на диску колеса; на Фіг. 2 – взаємне розташування основних елементів АСМНШ; Фіг.3 пояснює принцип генерування електричної енергії під час руху; на Фіг.4 зображена структурна схема інтерактивного модуля керування. На Фіг. 5 показана схема з'єднання обмоток котушок індуктивності і їх підключення до випрямляча.

На кресленнях прийняті наступні позначення: 1 – корпус; 2 – диск колеса; 3 – автомобільна шина; 4 – вісь обертання колеса; 5 – повітропровід; 6 – основа корпусу; 7 – кришка корпусу; 8 – противага; 9 – кріпильні болти колеса; 10 – кріпильні магніти; 11 – інтерактивний модуль керування; 12 – Wi Fi антена; 13 – датчик тиску; 14 – мембранний компресор; 15 – клапан накачування шин; 16 – постійні магніти; 17 – котушка індуктивності з феромагнітним осердям; 18 – кільцевий магнітопровід; 19 – вихідний отвір для повітропроводу; 20 – акумулятор; 21 – випрямляч; 22 – контролер заряду; 23 – мікроконтролер; 24 – Wi Fi-модуль; 25 – перший вхід мікроконтролера; 26 – силовий ключ; 27 – другий вхід мікроконтролера; 28 – пульт керування.

Запропонована система на Фіг. 1 та включає корпус 1, який розташований концентрично відносно диска 2 автомобільної шини 3 і обертається разом з ним навколо спільної осі 4, а вузол для нагнітання повітря (див. також Фіг. 2) з'єднаний з ніпелем автомобільної шини 3 повітропроводом 5. Корпус 1 на Фіг. 2 складається у свою чергу з основи 6 та кришки 7, де розташована противага 8, а основа 6 кріпиться до монтажної конструкції колеса, наприклад, до кріпильних болтів 9 за допомогою кріпильних магнітів 10. При цьому система додатково містить інтерактивний модуль керування 11 з Wi Fi антеною 12 (див. далі Фіг. 3) і датчик тиску 13. Вузол для нагнітання повітря виконаний по схемі мембранного компресора 14, клапан 15 накачування шин компресора 14 виконано з можливістю електричного керування, вісь обертання 4 колеса співпадає з віссю повороту противаги 8, яка виконана з можливістю генерування електричної енергії за допомогою постійних магнітів 16 і котушок індуктивності 17 з феромагнітними осердями (на кресленнях не показані). В переважному варіанті виконання, на периферичній частині противаги 8 встановлено котушки індуктивності 17 з феромагнітними осердями, а постійні магніти 16 розташовані на однаковій кутовій відстані один від одного, і встановлені в кільцевому магнітопроводі 18 на однаковій відстані від центру кріплення противаги 8. В іншому варіанті виконання на периферичній частині противаги 8 встановлено постійні магніти 16, а котушки індуктивності 17 з феромагнітними осердями розташовані на однаковій кутовій відстані одна від одної і встановлені на кільцевому магнітопроводі 18 рівновіддалено від центру кріплення противаги 8. При цьому модуль керування 11 кріпиться до видовженої частини противаги 8 а мембранний компресор 14 закріплений в центральній частині противаги співвісно з віссю обертання 4. Крім того, інтерактивний модуль керування 11 містить акумулятор 20, випрямляч 21, контролер заряду 22, мікроконтролер 23, Wi Fi-модуль 24 та Wi Fi антену 12. В інтерактивному модулі керування 11 вихід випрямляча 21 підключено через контролер заряду 22 до акумулятора 20, до якого підключений мікроконтролер 23, перший вхід 25 якого підключений до виходу датчика тиску 13, відповідні виходи мікроконтролера 24 безпосередньо під'єднані до входу керування клапану 15 накачування шин, до входу Wi Fi-модуля 24 і через силовий ключ 26 – до мембранного компресора 14, а вихід Wi Fi-модуля підключений до другого входу 27 мікроконтролера 23. На Фіг. 5 обмотки $L_1, \dots, L_9$ дев'яти котушок індуктивності 17 з'єднані між собою по трифазній схемі «зірка», таким чином, що в першій фазі послідовно включені три обмотки L_1, L_4, L_7 , в другій фазі послідовно включені три обмотки L_2, L_5, L_8 , а в третій фазі послідовно включені три обмотки L_6, L_3, L_9 , рахуючи їх справа наліво на Фіг.3. Послідовне включення обмоток в кожній фазі забезпечує підвищення напруги живлення інтерактивного модуля керування 11, а трифазна система живлення суттєво зменшує пульсації напруги на виході випрямляча 21. Випрямляч 21 на Фіг.5 виконано по трифазній мостовій схемі і складається з вентильної групи із шести діодів $D_1, \dots, D_6$. Три діоди D_1, D_2, D_3 з цієї групи сполучені між собою катодами (катодна група), а анодами вони приєднані до відповідних зовнішніх виводів фазних обмоток L_1, L_2, L_3 . Інші три діоди (D_4, D_5, D_6) сполучені між собою анодами (анодна група), а катодами вони також приєднані до тих же виводів фазних обмоток L_1, L_2, L_3 . У нормальному режимі роботи в катодній групі діодів у відкритому стані буде той діод, на аноді якого буде найвища позитивна напруга, а з анодної групи – діод, у якого на катоді буде найбільша негативна напруга порівняно з іншими діодами. Через відкриті діоди відповідними напругами будуть формуватися

потенціали позитивного полюса та негативного полюса випрямляча 21, а для згладжування пульсацій напруги паралельно до виходу випрямляча 21 включений конденсатор C_1 .

Запропонована АСМНШ в складі вантажного автомобіля функціонує наступним чином.

Після встановлення і підключення акумулятора 20 з відповідним рівнем вихідної напруги (наприклад, 3S для літій-полімерного (LiPo) або літій-іонного акумуляторів) мікроконтролер 23 виконує послідовність команд ініціалізації і переходить в сплячий режим очікування команд від пульта керування 28. Пульт 28 може знаходитися в кабіні водія, або в іншому місці – в радіусі до 300 метрів на відкритому просторі при частоті електромагнітного Wi-Fi сигналу 2.4 ГГц. При цьому мікроконтролер 23 передає за допомогою Wi-Fi-модуля 24 повідомлення «Готово», яке відображається на екрані пульта 28. Крім повідомлення «Готово», мікроконтролер 23 має можливість передавати також наступні повідомлення: «Норма»; «Прокол»; «Аварія» та номер шини. В якості пульта керування 28 може застосовуватися стандартний смартфон, де встановлений відповідний програмний додаток: «Tire_Protect», який може обслуговувати до 64-х мікроконтролерів 23, встановлених в АСМНШ відповідних шин 3 вантажного автомобіля і його причепа.

За допомогою пульта керування 28 водій може задавати наступні команди: «Адреса», «Рівень», «Номер шини», «Запит», в режимах «Індивідуально» або «Груповий». Після отримання водієм повідомлення «Готово», водій в режимі «Індивідуально» задає перший раз номер кожного мікроконтролера 23 АСМНШ відповідної шини 3, а в режимі «Груповий» – оптимальний рівень тиску командою «Рівень». Наприклад, 11R22.5 шини можуть вимагати 5,25 бар при навантаженні, а шини 295/60R22.5 – до 9 бар. Після отримання цієї команди («Рівень») на виході Wi-Fi-модуля 24 і її дешифрування мікроконтролером 23 останній порівнює дані датчика тиску 13 отриманим параметром (наприклад, 5.25) і при необхідності накачує відповідну шину 3 за допомогою мембранного компресора 14, який приводиться в рух від акумулятора 20. В іншому випадку, коли дані датчика тиску 13 перевищують заданий параметр (5.25), мікроконтролер 23 подає електричний сигнал на обмотку електричного керування клапану 15 і «спускає» повітря в шині 3 до потрібної величини. Після закінчення процесу нормалізації тиску в шині 3, мікроконтролер 23 передає через Wi-Fi-модуль 24 повідомлення «Норма» з номером шини. Якщо протягом 2-х хвилин накачування мембранним компресором 14 тиск в шині 3 падає (про що свідчать дані датчика тиску 13), то в цьому випадку мікроконтролер 23 передає через Wi-Fi-модуль 24 повідомлення «Прокол» і номер шини. Мікроконтролер 23 також аналізує рівень напруги живлення на його вході і при її падінні до критичного рівня, наприклад 10В, передає через Wi-Fi-модуль 24 повідомлення «Аварія».

Описаний вище алгоритм функціонування мікроконтролера 23 відбувається як на зупинці так і в процесі руху вантажного автомобіля. Робота АСМНШ в процесі руху доповнюється функцією підзарядки акумулятора 20 за рахунок генерації електричної енергії, що забезпечується противагою 8, постійними магнітами 16, котушками індуктивності 17, випрямлячем 21 та контролером заряду 22. Під час руху автомобіля кришка 7 корпусу обертається навколо осі 4 разом з колесом, а противага 8 залишається нерухомою відносно вертикальної осі 29, і відхиляється на деякий кут α 30 разом з мікроконтролером 23 та мембранним компресором 14. При цьому магнітні потоки постійних магнітів 16, що обертаються навколо осі 4 разом з кришкою 7, перетинають обмотки котушок індуктивності 17 і створюють в них електрорушійну силу, яка проявляється у вигляді напруги на виходах відповідних обмоток. При протіканні струму через обмотки котушок індуктивності 17 в процесі підзарядки акумулятора 20 в просторі навколо обмоток утворюється магнітне поле, яке протидіє магнітним полям постійних магнітів 16, в результаті чого противага 8 відхиляється на кут α , який прямо пропорційний струму підзарядки акумулятора 20.

Випробування запропонованої схеми генерування електричної енергії підзарядки акумулятора показує, що при масі противаги 2 кг можна отримати 200 Вт потужності при швидкості руху автомобіля 60 км/год.

Таким чином, запропонована корисна модель дозволяє:

- а) накачувати шини транспортних засобів як в процесі руху, так і на зупинках;
- б) змінювати тиск в кожній шині або у всіх шинах одночасно в залежності від стану дорожнього покриття;
- в) автоматично підтримувати тиск на заданому рівні під час їзди незалежно від температури навколишнього середовища і стану завантаженості автотransпортного засобу;
- г) оперативно повідомляти про наявність проколів шин з інформацією про місце розташування проколотої шини.

Все це дозволяє суттєво розширити її функціональні можливості і збільшує надійність експлуатації транспортних засобів.

Джерела інформації:

1. О.Л. Просяк, «Системи управління тиском повітря в шинах транспортних засобів: їх конструктивні та функціональні особливості», [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/5\(36\)_1/33.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/5(36)_1/33.pdf)
2. Патент США US8381785: «SELF-INFLATING TIRE ASSEMBLY», Publ. Date: 26.02.2013.
3. MICHELIN[®] UPTIS PROTOTYPE «Unique Puncture-proof Tire System» https://michelinmedia.com/site/user/files/1/Michelin-Uptis-Fact-Sheet-_002_.pdf
4. UN ECE R141 compliance: Mandatory tyre pressure systems and the consequences for drivers and operators. <https://www.stas.be/en-gb/news/mandatory-from-july-2024-tpms-for-a-safer-and-more-efficient-transport-sector>
5. Патент США US3,927,708: «AUTOMATIC TIRE PRESSURE CONTROL», Publ. Date: 23.12.1975.
6. Патент США US 5,934,882 «ELECTRICAL GENERATOR SYSTEM HAVING ATUNED RESONANT OSCILLATING MASS», Publ. Date: 10.08.1999.
7. Міжнародна заявка PCT WO2013037052A1 “AUTOMATIC TIRE INFLATOR SYSTEM”, дата публікації: 21.03.2013 – прототип.

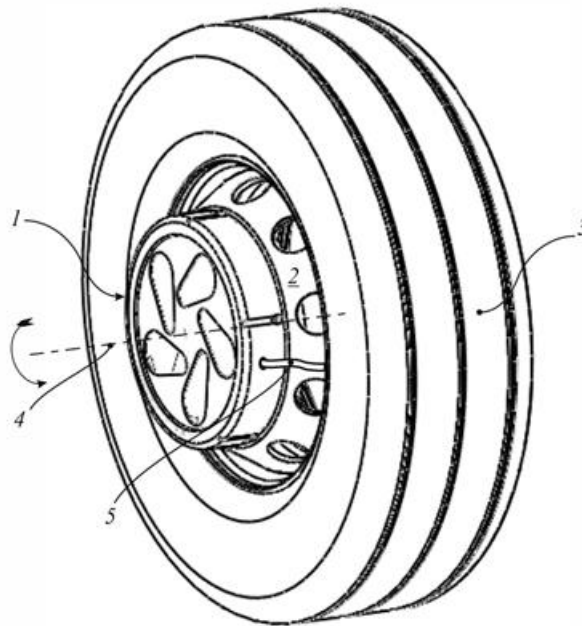
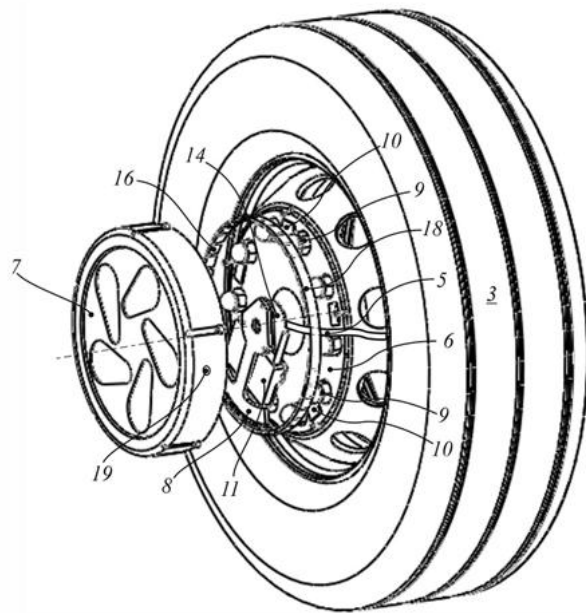
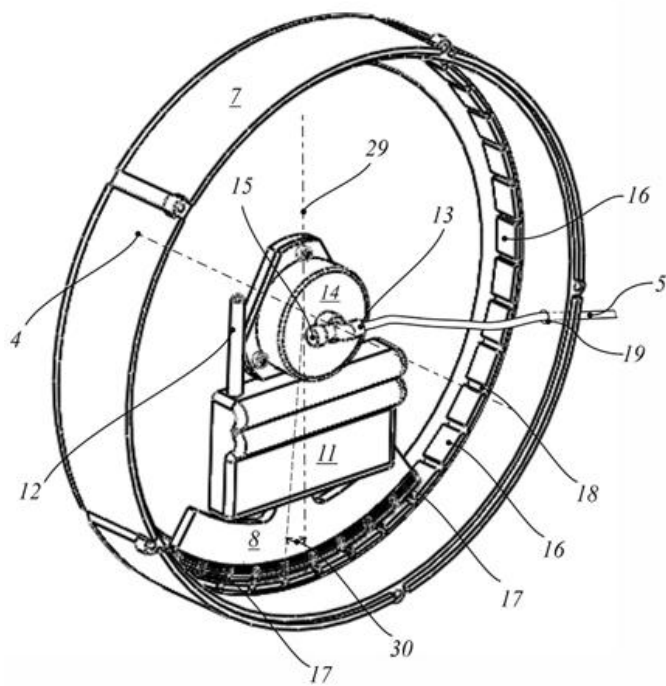


Fig.1



Фиг.2



Фиг.3

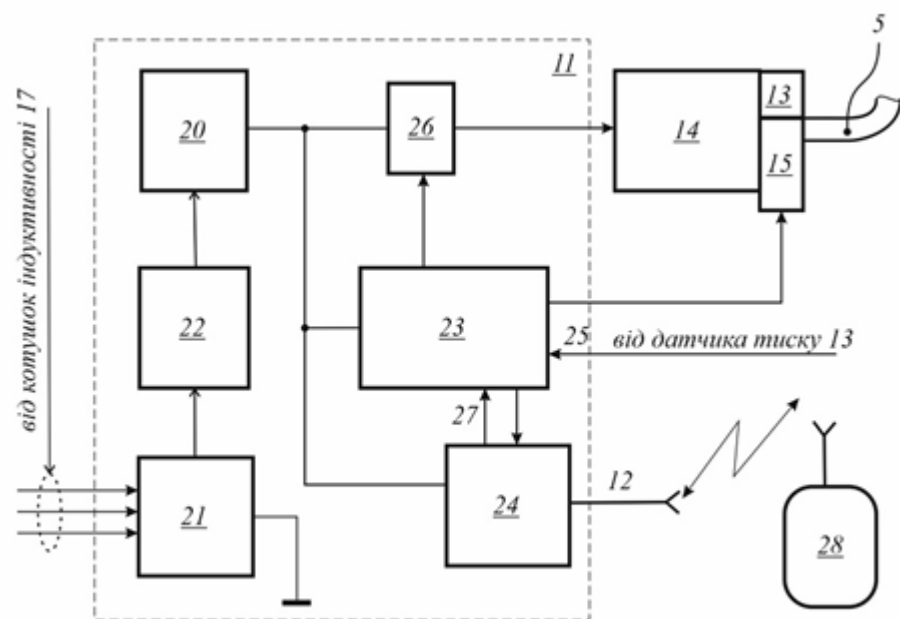
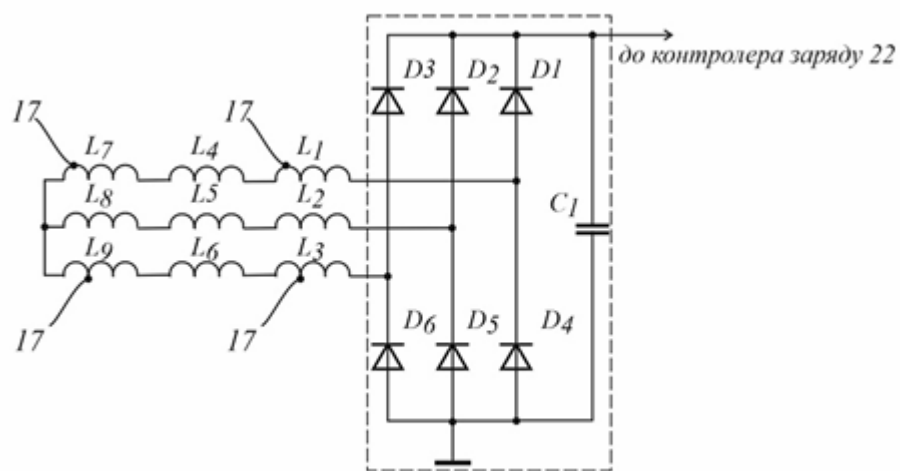


Fig.4



Phi2.5