3. https://blokirovka.ua/product/vidy-differencialov-ot-4runnersovintel
4. http://autoleek.ua/transmissija/differencialy-i-mufty/differencial-raspredelyaem-krutyashhij-moment.html
5. https://yak-zrobyty.in.ua/shho-take-golovna-peredacha-v-avtomobili
6. https://studfile.net/preview/8892233/page:6/

Науковий консультант: доцент кафедрИ автомобілів імені А.Б. Гредескула, кандидат технічних наук Дон Є.Ю.

Будник Артем Романович, група АА-41-20
qrtleo@gmail.com
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ ГОЛОВНОГО СВІТЛА ФАР АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ M_1

Автомобільні фари, як невід'ємна частина автомобіля, були розроблені дуже давно і мають багатий історичний шлях розвитку. Вони є не лише засобом освітлення доріг, але й важливим аспектом безпеки та дизайну автомобільної індустрії. Відомо, що перші автомобілі були оснащені лампами на палеві, які допомагали водіям освітлювати шлях уночі. З того часу фари пройшли довгий шлях в своїй еволюції, змінюючись від ламп на палеві до електричних ламп на основі розжарювання і, нарешті, до сучасних світлодіодних систем головного світла світло-техніки транспортних засобів.

Сьогодні під час проектування та фактичного виробництва транспортних засобів застосовуються конструктивні рішення за різноманітними типами автомобільних фар» за конструкцією оптичної частини (відбивні, рефлекторні, лінзовані, матричні та комбіновані) та використання самого випромінювача світла, таких як галогенові, ксенонові, світлодіодні. Кожен тип має свої переваги і особливості експлуатації, що впливають на освітленість частини дорожнього полотна, розширення зон видимості на дорозі та комфорт сприйняття світлового потоку водіями.

Однак, самим передовим типом фар є матричні фари. Вони використовують сучасні технології керування світлодіодами, щоб забезпечити максимальну видимість та безпеку на дорозі, з використанням мінімальної сили струму та потужності світлового елементу із світловим потоком приближеним до денного світла. За своїм функціоналом матричні фари можуть розділяти випромінюєме світло на різні сегменти, регулювати інтенсивність та напрямок освітлення, що дозволяє водіям більш точно контролювати освітлення частин доріг і уникати засліплення інших учасників дорожнього руху.

Матрична фара має кілька варіантів роботи, залежно від зовнішньої інтенсивності освітлення, експлуатаційних факторів та режиму експлуатації транспортного засобу. Конструктивно світлодіодна матриця такої фари має 25 світлодіодів, по п'ять у кожній секції матриці, кожна з секцій регулюється за рівнем інтенсивності освітлення за спеціальними датчиками та має окрему

лінзу, здатну змінювати фокус. У салоні автомобіля встановлюється фотоелектричний датчик, який керує роботою фар та інтенсивністю світлового потоку. Особливістю сучасних матричних фар можна вважати «анти-осліплюваність», тобто при наближенні зустрічного автомобіля водієві не потрібно робити світло фар тьмянішим, водій продовжує рух з яскравим світлом, адже воно не засліплює зустрічний транспорт і повністю безпечне за кольором і інтенсивністю світловим потоком. Таким чином сучасні матричні фари будова яких наведена на рис.1 прикладі *Audi*, реалізують можливість керування ними за функцією динамічного слідкування за об'єктами та віртуального перемикання світла. При якому реалізовані багато режимів роботи такої фари. Також реалізовано можливість за рахунок вбудованої в трансопрний засіб навігаційної системи, переміщувати світло від фар у бік повороту транспортного засобу, що важливо в умовах малої оглядовості та освітленості вулиці що дуже зручно для водія [1, 4].

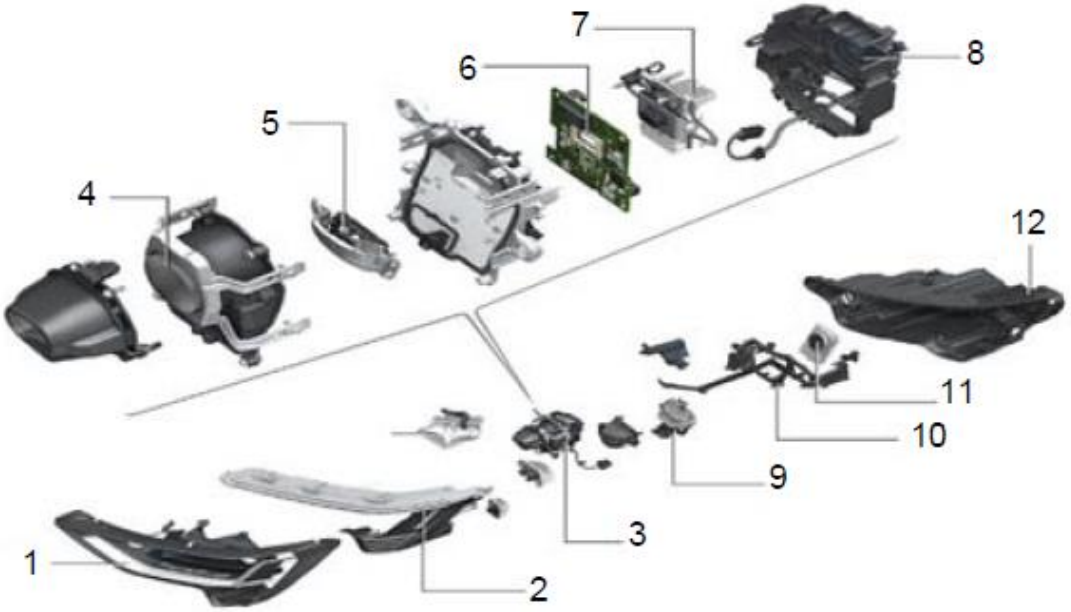


Рисунок 1 Будова сучасних матричних фар автомобіля сімейства Audi
1 – дизайнерське пластикове оздоблення блок фари, 2 – денні ходові вогні, 3 – світлодіодне освітлення поворотів, 4 – проекційний об'єктив, 5 – первинна оптика з відхиляючим дзеркалом і світлодіодне джерело світла, 6 – електроніка управління з мікросхемою DMD, електроніка з чіпом DMD, 7 – охолодження чипів мікросхем, 8 – охолодження модуля фари, 9 – DML – модуль, 10 – комбінований світлодіодний модуль ближнього світла, кріплення опорної рами блоків, 11 – блок управління та електроніки, 12 – корпус блок-фари

Світлодіодний модуль головного світла матричних фар з 25 світлодіодами фізично розділений на 2 блоки, об'єднаних у групи по 5 світлодіодів показано на рис.1 і в сукупності утворюють цільну матрицю. Кожна група має свій відбивач та металевий радіатор для охолодження. За допомогою матриці із

світлодіодів реалізовано близько одного мільярда різних комбінацій розподілу світла, як показано на рис.3 [1, 5].

Ff

а б

а)Звичайні фари б) Матричні фари

Рисунок 2 Порівняння світлотіньової границі від звичайних фар з матричними у різних проекціях

Таким чином конструктивно, модуль ближнього світла фар розташований під модулем дальнього світла фар та складається з 15 світлодіодів, поділених на кілька сегментів. У нижній частині корпусу блок-фари розміщено модуль денних ходових вогнів (ДХВ), габаритних вогнів та покажчика повороту. Конструктивно в цілому модуль сучасної матричної блок-фари включає 30 послідовних світлодіодів, а саме розташування модулів освітлення підкреслено дизайнерським обрамленням. У матричній фарі розташований і електронний блок керування. Для примусового охолодження світлодіодів фара оснащена повітроводом з вентилятором. Всі конструктивні елементи сучасної матричної фари поміщені в пластиковий корпус, який є основою розміщення елементів, захищає їх від зовнішніх впливів та стійкий до корозії. З лицьової частини корпус закритий світло прозорим пластиковим кожухом із нанесеними – сегментарно, ділянками розсіювачами для модулів світлодіодів з ДХВ та покажчиків поворотів. Електронна система керування такої фари – включає вхідні пристрої, блок управління та виконавчі елементи, які показані на рис.3 [4, 5].

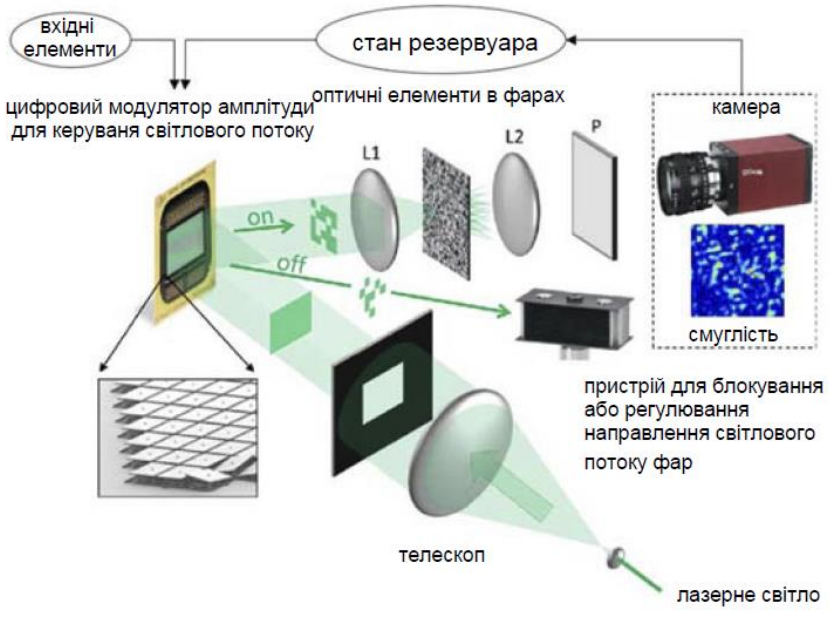


Рисунок 3 Електронний блок керування матричної фари з сегментацією відбивача

Вхідними пристроями наведеної фари є відеокамера та ряд датчиків що показані на рис.3. Відеокамера надає інформацію про інші транспортні засоби на дорозі. Разом з цим в керуванні такого типу матричних фар задіяні датчики інших систем автомобіля, таких як: датчик кута повороту рульового колеса, датчик швидкості руху транспортного засобу, датчик дорожнього просвіту, датчик зовнішньої освітленості, датчик дощу. В сучасних версіях матричних фар також використовуються відповідні дані з навігаційної системи транспортного засобу і різного типу маршрутні дані (характер руху, швидкість, тип і рельєф дорожнього покриття, населені пункти). Електронний блок керування ЕБК на рис.1 обробляє отриману оперативну інформацію від вхідних пристроїв та датчиків і в залежності від дорожньої ситуації активує/дезактивує певні світлодіоди матричного блоку фари показано на рис.4 [4,5].

а) б)

а) – Відображення роботи секцій світлодіодного модуля блок фари при зустрічному роз’їзді.

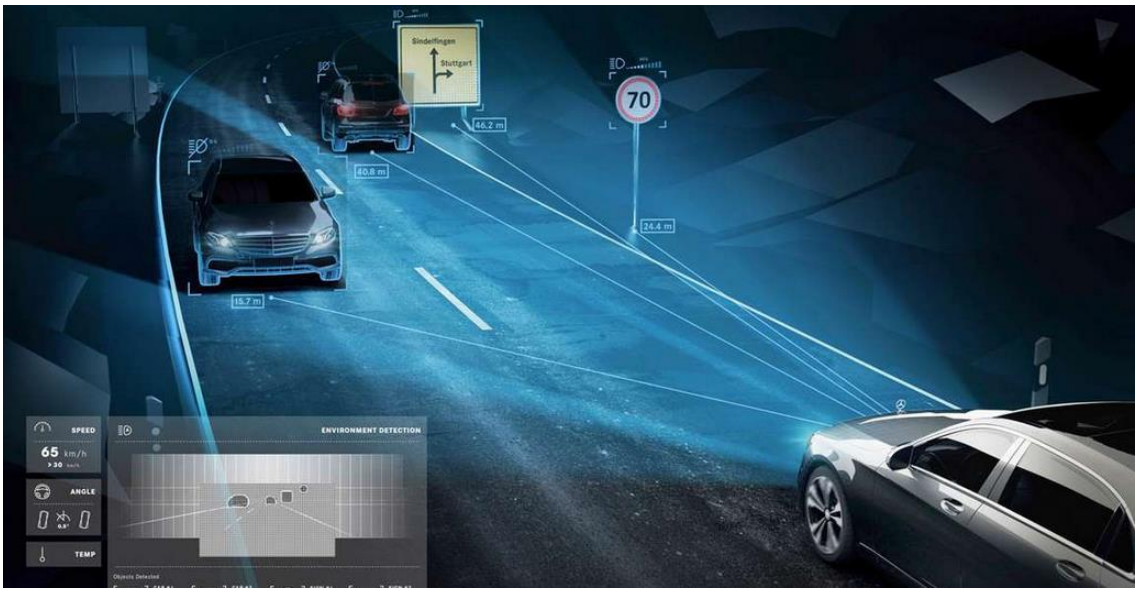
Б) – загальний вигляд матричної блок фари під час її роботи у різних режимах.

Рисунок 4 Загальний вид роботи секцій сучасної світлодіодної оптики

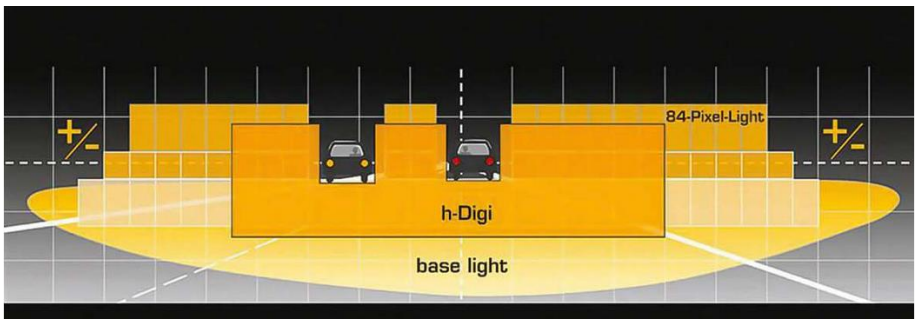
У наведених матричних фарах не використовуються поворотні механізми із сервоприводами, як у попередніх версіях ксенонових та лінзованих фар. Усі робочі функції виконуються за допомогою електроніки та статичних світлодіодів, зведених в матричний модуль, які і реалізують почерговим вмиканням комбінації світлодіодів в матриці різні режими освітлення дороги в автоматичному режимі [1, 2]. За винятком останнього покоління матричних фар в яких реалізовано також сегментарну дію пікселів відбивача світла від світодіодів показано на рис.3.

Таким чином водію достатньо увімкнути автоматичний режим на панелі курування головним світлом, фара самостійно підбирає режим освітлення дороги та пристосовується до зовнішніх факторів експлуатації автомобіля.

Переваги матричних фар серед конкурентів: збільшення комфорту і безпеки руху; автоматичний вибір та адаптування режиму роботи освітлення; відсутність засліплення для зустрічних водіїв; адаптивна робота світла при русі по прямій і в поворотах; виявлення пішоходів; динамічні покажчики поворотів. Габаритні розміри – галогенна і газорозрядна лампи вимагають великого простору для установки в оптиці блок-фари та необхідність її лінзування, а світлодіоди легко розміщуються на маленькій платі модульного блоку. Мала сила струму при великому світловому потоці із кольором близьким до денного, що позитивно впливає на сприйняття його водієм та зменшення зорової втоми під час довгої їзди. Разом з цим сучасні лед фари головного світла мають багато можливих комбінацій освітлення дорожнього покриття, роблять рух максимально комфортним і безпечним [2, 4].



а) Сучасне моделювання відображення піктограм та символів обстановки під час дорожнього руху, бортовим комп’ютером зв’язаним з матиричними фарами та камерою.



б) Розподіл світлового потоку електронним блоком керування матричних фар під час дорожнього руху.

Рисунок 5 Цифрова адаптивна оптика на основі Digital Micromirror Device

Цифрова адаптивна оптика від компанії *Mercedes* з поверхнями із мікродзеркалами за технологією (*DLP*) — спеціальна матриця *Digital Micromirror Device*, мікросхема з поверхнею із мікродзеркал, які ведуть себе як модуль пам'яті *SRAM* в комп'ютерах.

Однак, на сьогодні у матричного лед освітлення автомобіля є і недолік – його вартість. Таке освітлення складається з великої кількості додаткових елементів, починаючи з електронного блоку керування і закінчуючи відеокамерами для фіксації руху транспортного засобу на дорозі. Однак саме матричне освітлення фарами сучасних автомобілів після випробовувань та апробації на автомобільних шляхах загального призначення, показало себе тільки з найкращого боку [4, 5].

Можна зробити загальний висновок – матричні фари є суттєвим проривом серед оптики за рахунок збільшення комфорту керування автомобілем, підвищення обзорності у нічний час і максимально автоматизується режим роботи головного освітлення, що прямо впливає на безпеку руху: відсутність ефекту засліплення для зустрічних водіїв, адаптивна робота світла при русі по прямій з різними швидкостями та рельєфом і в поворотах, виявлення у темну добу пішоходів, динамічні покажчики поворотів. Матричні фари крім того мають футуристичний дизайн, що надає автомобілю позитивного маркетингового «забарвлення» виділення із загального потоку автомобілів це є концептуальним рішенням, встановлюючи на різні категорії автомобілів.

Література

1. © 2015-2020 Auto.Today/bok/4802
2. Jiang Li A Matrix Headlamp Design Based on Artificial Intelligence Controller Control. 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1574 012091. Doi:10.1088/1742-6596/1574/1/012091
3. Audi-technology-portal.de(electrics-electronics/lighting-technology/matrix-led-headlights)
4.https://oborudow.ru/uk/suspension/matrichnye-fary-audi-matrix-led-kak-eto-rabotaet-matrichnye-fary-progressivnye
5. https://autotopik.ru/obuchenie/chto-takoe-matrichnye-fary.html

Науковий консультант: доцент кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, к.т.н. Дон. Є. Ю.