

## THE USE OF SPECIAL KNOWLEDGE IN THE INVESTIGATION OF EXPLOSIONS OF GAS AND DUST MIXTURES IN COAL MINES

Ya. Krupka  
O. Zavalova  
V. Kostenko  
T. Kostenko

The article is devoted to the generalization of approaches to conducting forensic mining examinations in the investigation of explosions of gas-dust mixtures in coal mines. The practical significance of the obtained results is the use of special practical knowledge of mining and other types of forensic examinations (trasological, petrochemical, fire-technical, etc.) in the investigation of explosions of gas-dust mixtures in coal mines, which will ensure rapid, complete, and safe investigation.

A characteristic feature of explosion studies is that conclusions about reliable circumstances, causes and consequences of emergency situations can often be made with the combined use of classical mining, forensic and other expert techniques. General conclusions of mining engineering and other types of expertise (trasological, petrochemical, fire-technical, etc.) in the study of explosions make it possible to: determine the technical condition of workings, machines, mechanisms and equipment; establish reliable circumstances, causes and consequences of emergency situations; consider causal relationships between the actions of specific individuals and the requirements of regulatory legal acts on labor protection.

**Key words:** coal mine, accident, gas-dust mixture explosion, high-temperature flame front, toxic and harmful combustion products, emergency, investigation, air wave.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.52>  
УДК 343.98

**Ігор Вікторович Стельмашов**  
провідний судовий експерт  
Житомирського відділення

E-mail: [ihor.stelmashov@kndise.gov.ua](mailto:ihor.stelmashov@kndise.gov.ua)

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз  
Міністерства юстиції України*

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗДІЙСНЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОЖЕЖНО-ТЕХНІЧНОГО ТА ІНЖЕНЕРНО-МЕХАНІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ОБСТАВИН ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖ НА АВТОТРАКТОРНІЙ ТЕХНІЦІ, ОБЛАДНАНІЙ ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ІЗ СИСТЕМОЮ ВПРИСКУ COMMON RAIL**

*В експертній практиці дослідження пожеж все частіше виникає необхідність виконання судових комплексних пожежно-технічних та інженерно-механічних експертиз. Особливої актуальності набуває ця потреба на фоні*

*зростання в Україні пожеж на сучасній автотранспортній техніці іноземного виробництва. Зокрема таких, що обладнані дизельними двигунами внутрішнього згорання із системою впорскування Common Rail.*

**Ключові слова:** *судова пожежно-технічна та інженерно-механічна експертиза, дизельний двигун внутрішнього згорання, паливна система, система впорскування Common Rail.*

---

**Постановка проблеми.** Упродовж останнього часу в селянських фермерських господарствах України відбувається заміна вітчизняного (пострадянського) парку сільськогосподарської техніки на їх аналоги іноземного виробництва. Попри значні переваги в технічних характеристиках, можливість багатоцільового призначення тощо, ця техніка в умовах експлуатації, зокрема в агропромисловому секторі, виявилася занадто вразливою до відмов, у тому числі й таких, які пов'язані з пожежами. Це наочно підтверджується статистичними даними.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За інформацією Українського НДІ цивільного захисту упродовж останніх 3-х років, у середньому, щорічно реєструється 71 пожежа тракторів іноземного виробництва, із яких 38 повністю знищується вогнем. Виникнення пожеж у 40-ка випадках пов'язано з технічними причинами (електротехнічні, механічні тощо). Серед них, 3 випадки займання згаданої сільгосптехніки сталося внаслідок розгерметизації паливних систем. Кількість пожеж від цієї причини за вказаний період зросла у 4 рази.

Аналогічна ситуація і з зернозбиральними комбайнами. Щороку виникає близько 44 таких пожеж, на яких 8 машин згорає вщент. Виникнення 29-ти пожеж викликані технічним станом, 5 з яких внаслідок розгерметизації паливних систем.

**Мета дослідження.** Метою статті є дослідження випадків пожеж на сучасній автотранспортній техніці іноземного виробництва.

**Викладення основного матеріалу.** Згідно статистичних даних, досить часто виникають пожежі на сільгосптехніці іноземного виробництва. Зокрема, таких відомих виробників (брендів), як FENDT серії VARIO 936.

Так, 18.07.2021 на полі СФГ «СОНЯЧНЕ» у селі Рачки Житомирської області трапилась подібна пожежа, яка досліджувалась у Житомирському відділенні КНДІСЕ. Займання виникло на тракторі FENDT 936 VARIO S4 під час дискування поля. Тракторист під час руху трактора почув хлопок в передній правій його частині, трактор при цьому зупинився. Вийшовши з кабіни тракторист побачив вогонь в передній правій частині трактора. Спроба ліквідувати загорання вогнегасником не дала результату і за лічені хвилини трактор повністю згорів (рис. 1).

За результатами проведених досліджень встановлено, що осередок виникнення пожежі знаходився у місці потрапляння дизельного палива на розжарену поверхню елементів випускного тракту. Паливо туди потрапило через розгерметизацію паливопроводу, який перебував під високим тиском через руйнування його елементу (рис. 2).



Рис. 1. Зображення залишків трактора FENDT 936 VARIO S4, на якому 18.07.2021 виникла пожежа на полі СФГ «Сонячне» в селі Рачки Чуднівської ОТГ Житомирської області



Рис. 2. Зображення місця розгерметизації паливопроводу системи впорскування дизельного двигуна внутрішнього згорання трактора FENDT 936 VARIO S4.

При проведенні експертних досліджень пожежі встановлено, що в конструкції зазначеної марки трактора використана система впорскування палива «Common Rail», яка набула широкого розповсюдження не тільки серед виробників тракторної техніки, але й автомобілів. В основі роботи цієї системи лежить подача палива до форсунок від загального акумулялятора високого тиску – паливної рампи (Common Rail перекладається як «загальна рампа»). Дана система впорскування розроблена спеціалістами фірми Bosch.

Із початком застосування системи Common Rail дизельний двигун суттєво покращив свої характеристики. Зокрема, витрати палива знизились на 15 %, зменшились рівень шуму двигуна, токсичність відпрацьованих газів, що забезпечило відповідність колісних транспортних засобів п'ятому і шостому екологічним класам [5].

Схема будови системи «Common Rail» наведена на рис. 3.

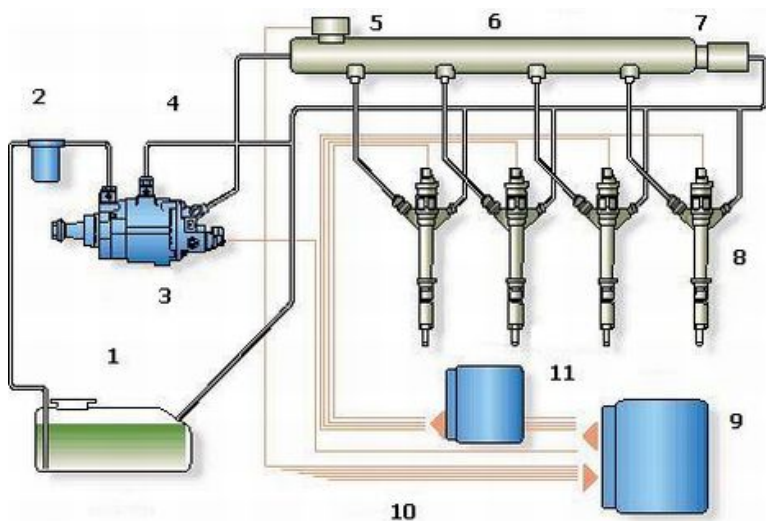


Рис. 3. Схема будови системи «Common Rail»

1. Паливний бак; 2. Паливний фільтр; 3. Паливний насос високого тиску (ПНВТ); 4. Паливopроводи; 5. Датчик тиску палива; 6. Паливна рампа;
7. Регулятор тиску палива; 8. Форсунок; 9. Електронний блок керування;
10. Сигнали від датчиків; 11. Підсилювальний блок (на деяких моделях).

*Паливний насос високого тиску* (3) призначений для створення в паливній магістралі тиску, необхідного для роботи системи впорскування (форсунок) (8). Привод насоса здійснюється через зубчастий ремінь від колінчатого валу. Паливо до насоса високого тиску подається від

паливного насоса низького тиску через фільтр тонкої очистки (2) в кількості, необхідній для кожного режиму роботи двигуна.

*Паливна рампа* – являє собою силовий агрегат, що виконує функцію подачі палива до форсунок. Паливна рампа постійно знаходиться під тиском, який в системах четвертого покоління (застосовується з 2009 р.) становить понад 220 МПа.

Важливою частиною системи Common Rail є форсунки, які виконують безпосередньо функцію впорскування палива в камеру згорання. Форсунки бувають 2-х типів: електрогідравлічні та п'єзофорсунки. Швидкість увімкнення форсунок останнього покоління у 4 рази швидша за попередні.

Для забезпечення більш ефективної роботи двигуна в системі Common Rail реалізовано багатократне (до п'яти разів) впорскування палива протягом здійснення робочого ходу поршня у циліндрі двигуна внутрішнього згорання.

На основі даних, що надходять від датчиків, блок управління двигуном визначає необхідну кількість палива, яке паливний насос високого тиску подає через клапан дозування палива. Насос накачує паливо в паливну рампу і перебуває у ній під певним тиском, який забезпечує регулятор тиску палива.

В потрібний момент блок управління двигуном дає команду відповідним форсункам на початок впорскування і забезпечує визначену тривалість відкриття клапанів форсунки. Залежно від режимів роботи двигуна блок управління двигуном коригує параметри роботи системи впорскування.

Для регулювання тиску в рампі використовується регулятор тиску палива (7), на якому наявний фільтр тонкої очистки у вигляді металевої стіки. Надмірне паливо через регулятор тиску повертається в паливний бак через зворотній паливопровід.

Проте, надійна робота системи залежить від суворого дотримання правил експлуатації і технічного обслуговування зазначеної паливної системи. Їх нехтування, або відхилення від регламентів робіт можуть викликати не тільки відмови двигуна, але й повне знищення усього автотракторного засобу.

З інформаційних джерел [6] встановлено, що невиконання правил технічної експлуатації, застосування неякісного пального, недотримання регламенту робіт з ТО відбувається інтенсивне зношування, а у подальшому утворення дефектів деталей пар тертя паливної системи «Common Rail». Що проявляється, зокрема, у фільтрі регулятора тиску паливної рампи, паливному насосі високого тиску у вигляді характерних поглиблень, подряпин, натирів тощо, які в свою чергу призводять до потраплення продуктів зношування в паливну систему та її забруднення. Разом з паливом ці продукти через паливопроводи високого тиску потрапляють до форсунок та призводять до пошкодження голок паливних форсунок та їх заклинювання. Зазначені дефекти можуть викликати відмову регулятора тиску паливної рампи, при якому відбувається стрімке зростання тиску на ділянці паливна рампа- паливопровід-форсунка, що є особливо небезпечним чинником,

зокрема для виникнення пожежі, оскільки саме за таких умов відбувається розгерметизація паливної системи. Паливо під тиском виштовхується назовні у дрібнодисперсному вигляді і потрапивши на розжарену до температури його самозаймання поверхню спалахує з послідуємим горінням.

Причиною досліджуваної пожежі, яка сталася 18.07.2021 у тракторі FENDT 936 VARIO S4, 2019 р. випуску, стало згоряння парів та часток дизельного пального, що утворилися при руйнуванні стінки паливопроводу впорскування циліндра № 1 двигуна внутрішнього згоряння зазначеного трактора, від дії джерела запалювання – теплової дії нагрітих до високої температури робочих поверхонь двигуна (вихлопний колектор, вихлопна труба, сажовий фільтр тощо), що мали температуру, яка значно перевищувала температуру самозаймання горючих матеріалів та рідин, присутніх у осередку пожежі.

**Висновки.** Дослідження причин аварійних процесів в роботі двигуна внутрішнього згоряння, що призвели до руйнування елементів паливної системи, має проводитись із застосуванням спеціальних знань інженерно-механічної експертизи, оскільки об'єктами її дослідження є деталі, вузли і механізми паливної системи автотракторної техніки та їх фрагменти, зазначені вище. Також, об'єкти дослідження в більшості випадків неможливо дослідити у повному обсязі. Зокрема, через знищення (пошкодження) важливих її складових, таких як паливний бак (якість пального, рівень палива), бортовий комп'ютер, який фіксує усі несправності, клапана, фільтри тощо.

#### Перелік посилань

1. Трактор Fendt 936 Vario. URL: <https://agromania.com.ua/traktor-fendt-936-vario>.
2. Ідентифікатор користувача AGCO Parts Books. URL: [www.agcopartsbooks.com](http://www.agcopartsbooks.com).
3. Руководство оператора. FENDT. Эксплуатация 900 Vario G3, на 262 арк. URL: <http://astra-group.ua/uploadfiles/admin/fendt900.pdf>.
4. Руководство оператора. FENDT. Техническое обслуживание 900 Vario G3, на 318 арк. URL: <https://zeppelin-agro.com.ua/upload/iblock/a15/a15219eaa8893e817453266b7634ce32.pdf>.
5. Система Common Rail. URL: <http://avtosvit.biz/systema-common-rail>.
6. Бишутин С. Г. Особенности изнашивания деталей топливной системы

#### References

1. Tractor Fendt 936 Vario. Retrieved from: <https://agromania.com.ua/traktor-fendt-936-vario> (in Russian).
2. AGCO Parts Books user ID. Retrieved from: [www.agcopartsbooks.com](http://www.agcopartsbooks.com) (in Ukrainian).
3. Operator's manual. FENDT. Operation 900 Vario G3, 262 p. Retrieved from: <http://astra-group.ua/uploadfiles/admin/fendt900.pdf> (in Russian).
4. Operator's manual. FENDT. Maintenance 900 Vario G3, 318 p. Retrieved from: <https://zeppelin-agro.com.ua/upload/iblock/a15/a15219eaa8893e817453266b7634ce32.pdf> (in Russian).
5. Common Rail system. Retrieved from: <http://avtosvit.biz/systema-common-rail> (in Russian).
6. Bishutin S. G. (2019). Features of wear of parts of the fuel system "common rail" of

«Common Rail» дизельных двигателей при её завоздушивании. Вестник Брянского государственного технического университета. 2019. № 4 (77). С. 52-59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-iznashvaniya-detaley-toplivnoy-sistemy-common-rail-dizelnyh-dvigatelay-pri-eyo-zavozdushivanii>.

diesel engines during its airing. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-iznashvaniya-detaley-toplivnoy-sistemy-common-rail-dizelnyh-dvigatelay-pri-eyo-zavozdushivanii> (in Russian).

## **FEATURES OF A COMPREHENSIVE FIRE-TECHNICAL STUDY OF THE CIRCUMSTANCES OF FIRES ON MOTOR-TRACTOR EQUIPMENT EQUIPPED WITH DIESEL INTERNAL COMBUSTION ENGINES WITH A COMMON RAIL INJECTION SYSTEM**

**I. Stelmashov**

In the expert practice of fire research there is an increasing need for forensic complex fire-technical and mechanical engineering examinations. This need is especially relevant against the background of growing fires in Ukraine on modern foreign-made vehicles. In particular, those equipped with internal combustion diesel engines with Common Rail injection system.

**Key words:** forensic fire-technical and mechanical-engineering examination, diesel internal combustion engine, fuel system, Common Rail injection system.

DOI: <https://doi.org/10.33994/kndise.2022.67.53>  
УДК 343.98

**Віталій Євгенійович Вовк**  
**головний судовий експерт**  
**Черкаського відділення**

E-mail: [vitalii.vovk@kndise.gov.ua](mailto:vitalii.vovk@kndise.gov.ua)

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз  
Міністерства юстиції України*

### **НЕОБХІДНІСТЬ ЗМІНИ ПОНЯТТЯ МОМЕНТУ ВИНИКНЕННЯ НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ РУХУ У ПРАВИЛАХ ДОРОЖНЬОГО РУХУ УКРАЇНИ**

*Проаналізовано підходи до вирішення питання про встановлення моменту виникнення небезпеки для руху при виконанні автотехнічних експертиз. Обґрунтовано необхідність зміни поняття моменту виникнення небезпеки у Правилах дорожнього руху України.*

**Ключові слова:** правила дорожнього руху, безпека для руху, автотехнічна експертиза, момент виникнення небезпеки.

---