

*Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Шуліка С. О.; Гаврилюк М. Р., к.т.н., н.с.*

## **МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ. ЧАСТИНА 1. ДЕЯКІ ПОРАДИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ**

*В роботі в стислій формі наведені деякі відомості, щодо застосування змащувальних рідин для транспортної та енергомашинобудівних галузей*

**Змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР)** – складні багатокомпонентні системи, призначені в основному для змащування та охолодження металообробних інструментів і деталей, сприяють зниженню зносу інструментів і підвищенню точності оброблених деталей. В процесі обробки матеріалів ЗОР також вимивають абразивний пил і стружку, захищають оброблені деталі, інструмент та устаткування від корозії, покращують санітарно-гігієнічні умови праці.

Аналіз літературних та інтернет джерел показав, що зараз на сучасному етапі удосконалення та розробка ЗОР мають тенденцію на підвищення їх «екологічності» з використанням добавок рослинного походження (наприклад, ріпакову або соняшникову олію) [1 – 11].

Попередні напрацювання дозволили нам запропонувати застосовувати для цієї мети ЗОР, що виготовлені на базі вітчизняної сировини [12 - 23].

В Україні існує подвійний термінологічний підхід для визначення одного й того ж терміна: в українській класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності вживають термін «масло моторне», а у чинних Державних стандартах України використовують термін «олива моторна», що призводить до неправильного трактування виду товару, а також до непорозумінь під час митного оформлення та експертизи товарів у митних цілях [24].

**Мастильна олива** – олива, що використовується для зменшення тертя між рухомими поверхнями та у залежності від способу отримання і області застосування [25]:

**Моторна олива** – мастильна олива для поршневих двигунів внутрішнього згорання та інших двигунів.[25].

**Трансмійсна олива** – олива для механічних трансмісій [25], яку отримують найчастіше на основі екстрактів від селективного очищення залишкових нафтових олив з додаванням дистильованих олив і присадок (протизносних, протизадирних тощо), котрі переважно містять фосфор, хлор, сірку, дисульфід молібдену.

**Індустріальна олива** – олива для верстатів та механізмів промислового устаткування [25]. До цього виду олив відносяться дистильовані нафтові оливи малої та середньої кінематичної в'язкості, що використовуються як мастильні матеріали, переважно у вузлах тертя верстатного та енергетичного обладнання, а також як основа при створенні гідравлічних рідин, пластичних та технологічних мастил.

**Трансформаторна олива, або трансформаторне масло** [26] – мінеральне масло (олива) високої чистоти і малої в'язкості, що отримується шляхом очищення фракцій нафти. Застосовується для заливання силових і вимірювальних трансформаторів, дугогасного реакторного обладнання, а також масляних вимикачів.

### **Класифікація ЗОР.**

Залежно від складу розрізняють три групи ЗОР:

- **Чисті мінеральні оливи** або оливи з протизносними й протизадирними присадками жирів, органічних сполук сірки, хлору, фосфору; часто до них додають також антикорозійні, антиокислювальні і протипінні присадки в кількості 5-50 %.

• **Водні емульсії мінеральних олів**, які одержують на місці використання розбавленням водою емульсолів, що складаються з 40-80 % мінеральної оливи та 20-60 % емульгаторів, зв'язуючих речовин, інгібіторів корозії, антіспінювачів, бактерицидів.

• **Водні розчини** поверхнево-активних речовин і низькомолекулярних полімерів, які, аналогічно емульсолам, одержують з концентратів, що містять 40-60 % поверхнево-активних речовин, полімерів, інгібіторів корозії, протиспінювачів, бактерицидів і 40-60 % води.

Концентрація робочих емульсій і розчинів ЗОР залежить від умов застосування і звичайно становить 2-10 %. ЗОР одержують змішуванням базової основи з водою у відповідних співвідношеннях.

**Застосування ЗОР.** Застосовують ЗОР при обробці металів тиском, механічній обробці металів, пластмаси й металокераміки. У кожному окремому випадку вибір ЗОР вибирають за виглядом і режимом обробки, складом і властивостями інструментального й оброблюваного матеріалів, вимогами до якості обробленої поверхні, способом подачі рідини та ін. Оливні ЗОР, завдяки їх високим змащувальним властивостям, широко застосовують при важких режимах обробки (низькі швидкості, великі глибини різання); водні ЗОР враховуючи їх охолоджувальні властивості використовують в основному для високошвидкісної обробки.

За останній час зросла зацікавленість споживачів та науковців практичного застосування рослинних олій, як базових мастил та присадок до ЗОР і мінеральних олів. Для вирішення цих проблем застосовують такі способи, такі як підбір добавок, хімічна модифікація рослинних олій та генетична модифікація насіння рослин [27 - 33].

Тригліцеридна структура рослинних олій дозволяє забезпечувати якісне граничне змащування, (сильна міжмолекулярна взаємодія стійка до температурних змін), але нерафіновані олії мають слабку окислювальну стабільність у порівнянні з мінеральними олівами [34 - 36].

В процесі гідролізу олій в присутності лугів утворюються солі жирних кислот – мила, які відомі, як інгібітори корозії сталей в нейтральних середовищах [37], утворення нерозчинних солей у твердій воді та низька розчинність ускладнюють їх використання.

В роботах [38, 39] припускають, що під час адсорбції солей жирних кислот із водного розчину полярна група взаємодіє із поверхнею металу, а вуглеводневий ланцюг направлений в розчин. Згідно даних [40] утворенню щільно упакованих, добре орієнтованих шарів сприяє дисперсійна взаємодія між неполярними частинами молекули, яка викликає зміни їх упаковки в ході полімолекулярної адсорбції.

Визначено тип поверхневої плівки, а також розміри та форму молекул кислот: лауринової, пальмітинової, міристинової за ізотермами поверхневого тиску [41 - 43]. Збільшення поверхневого тиску при стисканні плівки створює суцільний мономолекулярний шар, в якому молекули щільно прилягають одна до одної. Дослідження показали, що речовини з однаковою функціональною групою, незалежно від довжини радикалу, мають однакові значення площі, на якій розміщений 1 моль речовини. Так, для жирних кислот площа, яку займає одна молекула дорівнює 0,205 нм<sup>2</sup>. Тому, якщо на молекулу ПАР припадає значно більша площа, тоді її вуглеводневий радикал, як правило, лежить на поверхні. Ленгмюр вперше встановив факт вертикального орієнтування вуглеводневих радикалів в суцільному мономолекулярному шарі, що дозволяє розрахувати товщину поверхневої плівки [44].

В роботах [45, 46] досліджено адсорбцію солей ненасичених жирних кислот на поверхні алюмінію. Так, при тривалому зберіганні зразка алюмінію на повітрі збільшення кількості натрію олеату, незворотно зв'язаного з металом, зумовлено розривом подвійних зв'язків та полімеризацією. Проте пізніше, під час дослідження адсорбції низки солей ненасичених жирних кислот методом ІЧ-спектроскопії на оксиді алюмінію не було виявлено полімеризації адсорбованого шару, на що вказує наявність в спектрі поглинання смуг при 3030 і 3080 см<sup>-1</sup>, характерних для подвійних зв'язків солей високомолекулярних кислот [45] Автори [41] показали особливості адсорбції олеату натрію із водних розчинів на поверхні окисленого заліза та висловили припущення, що перший моношар олеату натрію на пасивному залізі

являється комплексною сполукою, що утворюється при взаємодії карбоксильної групи із поверхнею металу.

Захисний ефект використання інгібіторів на основі модифікованої рослинної олії пояснюється формуванням на поверхні металу наноструктурної плівки з моно- або полімолекулярною будовою. Для підтвердження захисного ефекту інгібіторів на основі модифікованої рослинної олії автори [42, 43, 47, 48] дослідили адсорбцію інгібіторів на поверхні металу, з'ясували склад і товщину захисного шару, механізм його утворення та розробили модель наноструктурної плівки на поверхні металу. Речовини, які містять Нітроген, Оксиген, Сульфур, спряжені подвійні зв'язки та ароматичні кільця формують на поверхні металу адсорбційні шари, що і зумовлює їх інгібіторні властивості.

Рослинні олії є поновлюваною сировиною, яка розкладаються мікроорганізмами, і крім того, володіє високими в'язкістю та температурою спалаху, що корелюється з дуже низьким тиском парів та низькою леткістю. Україна має високий «аграрний потенціал» з вирощування соняшника та ріпака, що дозволяє виготовляти екологічно чисті змащувальні рідини. Мастила, крім змащувальної дії, захищають матеріал деталей машин та механізмів від корозії.

Нами [17, 23] встановлено, що застосування ЗОР, що містить соняшникову олію, під час точіння сталі 38ХНЗМФА знижує шорсткість поверхні у 8..9 разів у порівнянні з обробкою на сухо. Також якість поверхні - якісніша, ніж при обробці з ЗОР на нафтовій основі у 1,5 рази.

ЗОР знаходять застосування в різних галузях промисловості, наприклад, при виробництві прокатки листового матеріалу [49], змащення форм для виготовлення залізобетонних конструкцій, тротуарної плитки, виробів з піно- та газобетону, будівельної техніки, кранів [50].



Рисунок 1 – Приклад використання та застосування змащувально-охолоджуючої рідини на водяній основі, при обробці алюмінієвої заготовки на фрезерній станції з ЧПУ [52]

**Мастильний матеріал** (англ. lubricant) – матеріал, який підводять (наносять) до (на) поверхні тертя для зменшення сили тертя та зношування, що своєю чергою забезпечує збільшення навантажувальної спроможності механізмів.

За фізичним станом мастильні матеріали розподіляють на тверді, пластичні, рідинні та газові. Для змащення найчастіше використовуються рідинні (оливи) та пластичні (мастила) мастильні матеріали.

Тверді мастильні матеріали розподіляються на:

- тверді неорганічні мастильні матеріали: графіт, дисульфід молібдену, диселенід молібдену, тальк, слюда, нітрид бору, алмазний нано-пил тощо;

- тверді органічні мастильні матеріали: тверді оливи, мила, віск, пігменти, сажі та ін.;
- м'які метали – олово, цинк, свинець, індій, барій;
- полімерні мастильні матеріали – поліетилен, поліаміди, фторопласт тощо;
- хімічні та гальвано-хімічні покриття – фосфатні, сульфідні, оксидні.

Пластичні (консистентні) мастильні матеріали.

Пластичні мастильні матеріали або мастила – синтетичні або нафтові мастила з додаванням багатофункційних присадок та загусника, у ролі якого використовуються мила вищих сортів жирних кислот, тверді вуглеводні (парафіни, церезини), термостійкі загусники (сажа та силікагель), неорганічні загусники (аеросил, модифіковані глини). Приклади мастил: солідол, літол, вазелін тощо.



Рисунок 2 – Автомобільне мастило для підшипників «ступиць» коліс [54]

Пластичні мастильні матеріали застосовують у таких випадках:

- для важконавантажених підшипників ковзання, що працюють при невеликих швидкостях в умовах граничного тертя з частими реверсами чи у повторно-короткочасному режимі;
- коли мастильний матеріал крім основного призначення використовується як «защільник» для захисту поверхні від потрапляння забруднювачів із навколишнього середовища;
- для створення захисної масляної плівки на поверхні тертя при тривалих зупинках;
- у вузлах тертя, доступ до яких утруднений або які можуть працювати тривалий час без поповнення мастилом;
- за потреби одночасного використання мастильного матеріалу для консервації та змащування механізму.

Основні характеристики, що слід враховувати при використанні пластичних мастильних матеріалів:

- в'язкість;
- границя міцності на зсув;
- температура крапання;
- пенетрація.

В'язкість пластичних мастильних матеріалів, на відміну від оливо, залежить не лише від температури, але і від швидкості деформування. Значення в'язкості пластичного мастильного матеріалу, визначене при заданій швидкості деформування та температурі, є сталим і мають назву «ефективна в'язкість».

Границя міцності на зсув – мінімальне напруження зсуву, яке викликає перехід мастила до його в'язкого плинучого стану. Границя міцності на зсув характеризує здатність мастила утримуватись на рухомих деталях, витікати й витискатись із незагерметизованих вузлів тертя.

Температура крапання – температура падіння першої краплі пластичного нафтопродукту, який нагрівають у капсулі спеціального термометра. Зазвичай пластичні мастила застосовують за температур на 15...20 °С нижчих від температури крапання.

Пенетрація – показник, що характеризується глибиною проникнення стандартного конуса (голки) у нафтопродукт. Число пенетрації характеризує ступінь застигання пластичного мастильного матеріалу, який за ГОСТ 5346-78 визначається глибиною занурення у мастильний матеріал стандартного конуса пенетрометра за 5 с при температурі 25 °С та загальному навантаженні 150 г і виражається у десятих частках міліметра.

Індекс пенетрації – показник, який характеризує ступінь колоїдності тіла або відхилення його стану від чисто в'язкісного, та визначається за формулою [55].

Закордонні пластичні мастильні матеріали характеризуються ступенем застигання (консистенції) за класифікацією NLGI (англ. National Lubrication Grease Institute, США) від 000 (рідке консистентне мастило) до ступеня 6 (надзвичайно густе). Переважно для промислового застосування беруться мастила ступеня від 000 до 2.

**Мастильні оливи або рідинні мастильні матеріали.** Мастильні оливи у більшості є очищеними нафтовими оливами із спеціальними присадками, що дозволяють збільшити термін їхнього використання у 2...4 рази. Оливи без присадок застосовують для мащення малонавантажених високошвидкісних вузлів машин. Останнім часом у зв'язку з підвищенням екологічних вимог, зокрема до продуктів нафтоперероблення та нафтохімії, спостерігається світова тенденція виготовляти пластичні й рідинні мастильні матеріали на основі рослинних олій: соєвої, соняшnikової, ріпакової, пальмової, генетично модифікованої соняшnikової та деяких інших.

Основними характеристиками, що слід враховувати і які є спільними для всіх рідких мастильних матеріалів є:

- в'язкість;
- температура застигання;
- температура спалаху;
- кислотне число.

В'язкість – одна з найважливіших характеристик мастильного матеріалу, що значною мірою обумовлює силу тертя між рухомими поверхнями, на які нанесено мастильний матеріал. Так як в'язкість є обернено пропорційною до температури (у діапазоні від -30 до +150 °С змінюється у тисячі разів) для стабілізації в'язкісно-температурних властивостей мастильних олій до їх складу додають спеціальні в'язкісні присадки, котрі відносно мало підвищують в'язкість базової оливи за низьких температур, але значно збільшують в'язкість при підвищених температурах. Значення в'язкості мастильного матеріалу завжди вказується для конкретного значення температури, зазвичай, це 40 °С.

Температура застигання – температура, за якої нафтопродукт втрачає рухомість (найнижча температура, при якій олива розпливається під впливом сили тяжіння). Поняття температури застигання використовується для визначення прокачуваності оливи трубопроводами та можливості змащення вузлів тертя, що працюють за понижених температур. Температура застигання має бути на 5...7 °С нижчою від температури, при якій олива повинна прокачуватись.

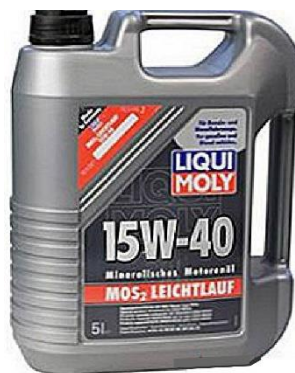
Температура спалаху – мінімальна температура, за якої в умовах спеціальних випробувань нафтопродукту над його поверхнею утворюється пара, здатна спалахнути від вогню без виникнення стійкого горіння. Температуру спалаху потрібно враховувати при подачі оливи до вузлів тертя, що працюють за підвищених температур. Температуру спалаху визначають у відкритому або закритому тиглі.

Кислотне число – кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH), витраченого на нейтралізацію вільних кислот, що містяться в 1 г нафтопродукту. При старінні оливи кислотне

число зростає і часто саме воно є основним критерієм для заміни оливи у циркуляційних мастильних системах.



а)



б)

Рисунок 3 – Трансмісійна олива для автоматичних трансмісій (англ. Automatic transmission fluid, ATF) [56] – а. Мінеральне масло для двигуна – б [57].

Підбір рідких мастильних матеріалів для конкретних умов роботи обумовлюється такими характеристиками:

- індекс в'язкості – оцінка зміни в'язкості мастильного матеріалу залежно від зміни температури;
- окиснюваність – оцінка здатності оливи вступати у хімічну реакцію з киснем. Стійкість до окиснювання є показником стабільності тієї чи іншої оливи;
- екстремальний тиск (EP) – міра міцності масляної плівки, використовується для характеристики мастильних матеріалів сильно навантажених поверхонь тертя;
- заїдання (англ. stick-slip) – оцінка здатності мастильного матеріалу запобігати стрибкам та нестійкому рухові тертьових поверхонь.

За призначенням та областю використання мастильні оливи поділяються на:

- моторні;
- трансмісійні;
- індустріальні;
- гідравлічні.

Термін служби мастильної оливи залежить від швидкості накопичення у ній шкідливих домішок та її старіння. Суть старіння полягає у тому, що в процесі експлуатації відбувається хімічна взаємодія оливи з киснем повітря з утворенням шламу та розчинних кислот. Олива підлягає заміні, якщо виявлене підвищення її кінематичної в'язкості є більшим ніж на 30 %; зростання значення кислотного числа до 3 мг КОН на 1 г оливи; вміст води понад 0,2 %; вміст механічних домішок неабразивного характеру (шлам, домішки пластичних мастил) понад 0,1 %.

Газуваті мастильні матеріали можна поділити на дві групи:

- мастильні гази; це аргон, пара гасу, галогеніти та сірчисті сполуки (хлорметан і дихлорометан), суміш сірководню із сірковуглецем тощо,
- мастильні аерозолі, які за видом розпиленого мастильного матеріалу, своєю чергою, поділяють ще на дві підгрупи:
  - тумани, тобто аерозолі, у яких дисперсною фазою є рідинний мастильний матеріал,
  - дими, у яких дисперсною фазою є твердий мастильний матеріал.

**Мінеральні моторні масла: характеристики і особливості.** Кожен відповідальний водій знає, що моторне масло грає першорядну роль і має великий вплив на двигун. Силовий агрегат складається з великої кількості деталей, які в процесі роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) піддаються серйозним навантаженням, причому як механічним, так і



температурним. Що стосується масла, мастильна рідина формує на сполучених поверхнях захисну плівку, дозволяючи уникнути сухого тертя і прискореного зносу. Також мастило виконує миючу функцію, а ще охолоджує поверхні деталей в зоні тертя.

**Практичне застосування та поради при застосуванні мастил для автомобільної галузі.**

Вибір моторного масла досить широкий. Масла поділяють на мінеральні, напівсинтетичні та синтетичні.

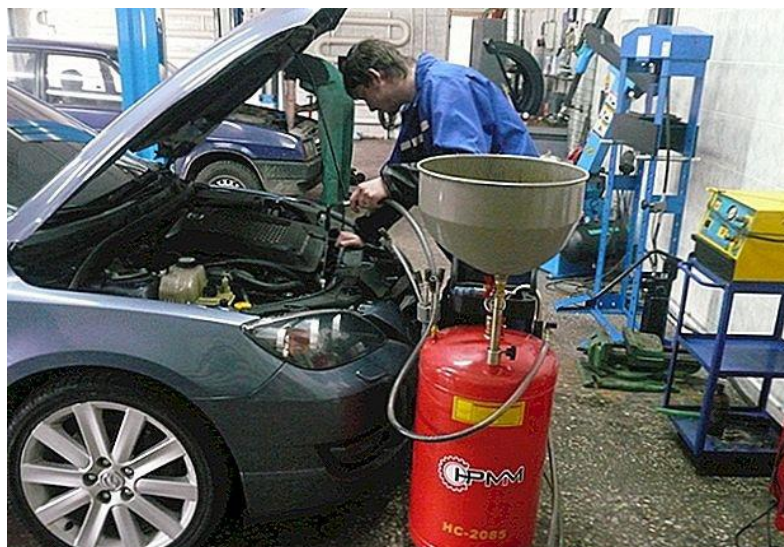


Рисунок 4 – Заливання масла в автомобіль на СТО [57]

Розглянемо докладніше, що таке мінеральне масло для двигуна, характеристики й відмінності даного продукту від інших аналогів. Найкращим маслом для двигуна буде мастило, яке підходить для конкретного ДВЗ з урахуванням всіх допусків і рекомендацій виробника автомобіля. Такі рекомендації окремо прописані в керівництві по експлуатації. Важливо розуміти, що будь-яке моторне масло являє собою базову масляну основу, в яку додається пакет присадок для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей і характеристик. Основа може бути як мінеральною, так і синтетичною. «Напівсинтетика» фактично є сумішшю мінеральних і синтетичних основ в певній пропорції. Незалежно від того, яка основа була використана, моторне масло, перш за все, має добре прокачуватися по системі змащення під час холодного пуску, а також масляна плівка повинна залишатися стабільною в умовах високих навантажень і температур. Також масло має захищати деталі не тільки від зносу, а й від корозії, мати здатність мити двигун зсередини й не втрачати заявлені властивості протягом усього терміну служби.

**Плюси та мінуси мінерального масла для двигуна.** Особливістю мінерального масла, є те, що, мінеральну основу отримують з нафти шляхом перегонки й очищення. Дана технологія виготовлення моторного масла є найпростішою, в результаті чого мінеральне масло відрізняється найбільш доступною ціною в порівнянні з «напівсинтетикою», гідрокрекінгом або синтетичними мастилами.

Мінеральні нафтові масла формують стійку масляну плівку, яка відрізняється достатньою стабільністю. Також слід виділити здатність делікатно очищати деталі двигуна від різних відкладень і забруднень. Мінеральне масло, як і будь-яке інше, містить у своєму складі пакет активних присадок, які покращують протизносні й миючі властивості мастила, захищають двигун від корозії, нейтралізують побічні продукти згоряння палива і т.д.

Головним недоліком мінерального масла є значна зміна в'язкості в умовах знижених температур. В зимовий період мастило стає в'язке і погано прокачується в момент холодного пуску ДВЗ. В результаті двигун стає важко завести, бо стартеру «важко» прокрутити колінчастий вал в «загуслому» мастилі. Також після запуску в'язке мастило не надходить до

деталей в повному обсязі, що стає причиною «масляного голодування» і сильного зносу силового агрегату.

Крім того, після виходу мотора на робочі температури присадки, додані в мінеральну основу, швидко вигоряють і спрацьовуються. Отже, термін служби мінеральних масел помітно менше, ніж у «синтетики» й «напівсинтетики», таке мастило потрібно міняти частіше.

**Синтетика і гідрокрекінг.** Синтетичні масла виготовляються за спеціальною і досить складною технологією. У випадку з гідрокрекінгом масла часто позиціонуються як синтетичні, однак це не зовсім так. Гідрокрекінгове масло також виготовлено з нафти, проте проходить складну переробку, що дозволяє спочатку натуральну основу максимально наблизити до синтетичної на молекулярному рівні.

Якщо ж говорити про чисту «синтетику», то це продукт високотехнологічного синтезу базового масла з газу етилену. В результаті синтетичні масла значною мірою мають кращі характеристики у порівнянні з базовими мінеральними мастилами, а також перевершують гідрокрекінгові продукти.

Основний їх недолік це – висока вартість виробництва. В результаті таку основу використовують в лінійці преміальних моторних масл. Таке мастило не сильно залежить від температури: на морозі зберігається плинність, при нагріванні таке мастило не вигорає. Також поліпшені антифрикційні властивості та збільшений термін служби й менша схильність до окислення і старіння.

**Поради та рекомендації.** З урахуванням наведеної вище інформації може здатися, що оптимальним варіантом є виключно синтетична основа. Зверніть увагу, у багатьох випадках навіть для сучасних двигунів немає ніякої необхідності заливати повністю синтетичне моторне масло. Більш того, для деяких ДВЗ таке мастило і зовсім не підходить.

Необхідність використовувати чисту синтетику виникає тільки тоді, коли:

- Малов'язке масло наказує сам виробник силового агрегату;
- двигун експлуатується в умовах гранично низьких температур;
- мотор постійно відчуває сильні навантаження, працює в режимах високих обертів і

т.д.

Для інших випадків, якщо в зимовий період температура не опускається нижче -30 градусів за Цельсієм, цілком можна заливати гідрокрекінг, при зниженні температури не нижче -20 підійде напівсинтетика, до -15 також можна використовувати якісну мінеральну.

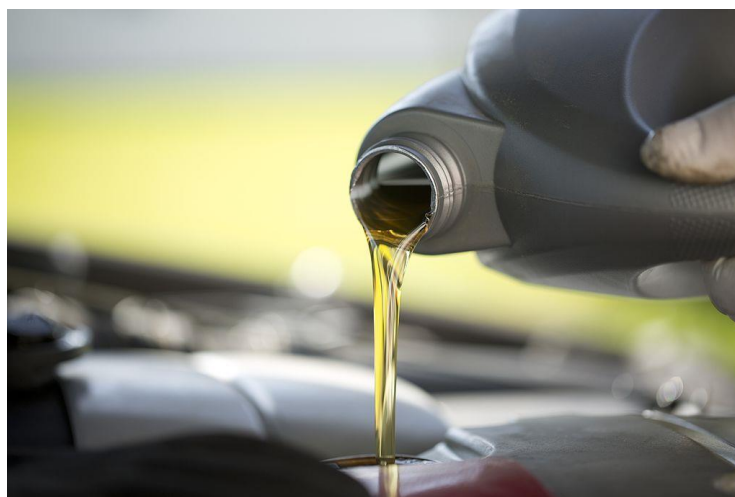


Рисунок 5 – Заливання моторної оливи у двигун внутрішнього згорання [58]

Якщо двигун уже має «певний знос», а пробіг становить близько 120-150 тис. км, замість "рідкої" синтетики або гідрокрекінгу в літній період або з урахуванням "м'якої" зими багато хто використовує «напівсинтетику» або навіть мінеральну основу [57].



Перш за все, якщо двигун зношений, підвищена плинність синтетичного масла нерідко призводить до того, що сальники і прокладки починають текти. Також малов'язкі масла формують стабільну, але тонку масляну плівку. Мотор на такому маслі може сильніше зношуватися, шумно працювати або навіть стукати.

Тиск в системі мастила також може виявитися низьким, виникає «масляне голодування», а далі поломка ДВЗ. З цієї причини мінеральне масло для двигунів з пробігом або «напівсинтетика» краще. Також можна додати, що синтетика більш «агресивно» чистить двигун, змиваючи відкладення з деталей. В результаті підвищується ризик забити брудом масляні канали. Мінеральні масла «миють» мотор повільніше і роблять це поетапно, затримуючи в собі змиті відкладення, які потім виводяться з двигуна при заміні масла. Як видно, для багатьох моторів цілком підходить якісне напівсинтетичне або мінеральне масло. Більш того, багато водіїв відзначають, що навіть з заводу деякі автовиробники досить часто заливають в двигун мінеральне, а не дороге синтетичне масло.

Наприклад, така ситуація спостерігається з японськими автомобілями, які експлуатуються також на території Японії. Технологічні і досить форсовані японські двигуни цілком нормально працюють на мінеральному і напівсинтетичному маслах, так як клімат цієї країни (відсутність морозних зим) дозволяє використовувати такі мастильні матеріали в ДВЗ зі збереженням планового ресурсу силової установки.

В Україні до питання підбору масла потрібно підходити диференційовано, тобто враховувати індивідуальні особливості експлуатації ТЗ (робити поправку на інтервали заміни масла, ступінь зниження температури в зимовий період, якість палива і т.д.). В США, Європі або Японії синтетичне масло, в середньому, можна змінювати кожні 20 або навіть 25 тис. км. Дешева мінеральна олива цілком здатна витримати до 10 тис. км.

При цьому важливо розуміти, що в Україні паливо низької якості часто погіршує властивості будь-яке масла набагато раніше заявленого терміну, причому як мінерального, так і якісну синтетичного. Це означає, що дороге синтетичне мастило в наших умовах все одно буде потрібно злити максимум через 13-15 тис. км. Мінеральне масло бажано замінити через 5-6 тис., «напівсинтетику» через 7-8 тис. км, масло на основі «гідрокрекінгу» насилу дотягує до 10 тис [57].

Тому, якщо в двигуні виробником допускається використання мінерального масла, то воно може виявитися самим раціональним вибором по співвідношенню ціни і якості. Тому головне, вчасно міняти таке мастило. Також зазначимо, що при покупці мастильних матеріалів для двигуна, трансмісії та інших вузлів, необхідно остерігатися підробок.

Більше про практичне застосування мастил, у тому числі, в енергомашинобудуванні можна в наступних джерелах [59 - 69].

**Висновки.** Розглянута термінологія, що стосується змащувальних охолоджувальних рідин, мастил, олів та олій, узагальненні та наведені деякі поради щодо їх застосування. Акцентовано увагу на необхідності своєчасній заміні мастил під час експлуатації вузлів машин та механізмів. Також слід додати, що крім змащувальної дії мастила можуть захищати матеріал деталі від корозії. В Україні вирощують значну кількість соняшника, ріпака та виготовляють із них олії, що дозволяє виготовляти екологічно чисті змащувальні рідини.

### Список літературних джерел

1. Machining with minimum quantity lubrication: A step towards green manufacturing / Vikas Upadhyay, P. K. Jain, N. K. Mehta / January 2013. International Journal of Machining and Machinability of Materials 13(4):349 – 371. DOI: 10.1504/IJMMM.2013.054277.
2. Coolant and Lubrication in Machining / January 2014 Ramesh Kumar Singh, Vivek Bajpai, Vivek Bajpai ./ Handbook of Manufacturing Engineering and Technology. DOI: 10.1007/978-1-4471-4976-7\_7-1.
3. Technical, Economic and Environmental Review of the Lubrication/Cooling Systems Used in Machining Processes / Diego Carou, Eva María Rubio, Benedicto Bet / November 2017 Procedia Engineering 184. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.075. License CC BY-NC-ND 4.0.

4. Chemical modification of vegetable oils for the production of biolubricants using trimethylolpropane: A review / F.J.Owuna and other / Egyptian Journal of Petroleum / Available online 30 November 2019 / P. 1 – 8. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2019.11.004>.
5. Vaibhav Koushik A.V, Narendra Shetty. S & Ramprasad.C. Vegetable Oil-Based Metal Working Fluids. A Review. International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering (IJTARME). V. 1, № 1, 2012 P. 95–101
6. S.A. Lawal, I.A. Choudary, Y. Nukman. Application of vegetable oil-based metal working fluids in machining ferrous metals. A review. International Journal Of Machine Tools & Manufacture. 2012. № 52 P. 1–12.
7. Insight into the role of amines in Metal Working Fluids/ A. Lotierzo, V. Pifferi, S. Ardizzone, P. Pasqualin, G. Cappelletti. Corrosion Science. 2016, V. 110. P. 192 – 199.
8. Structural Aspects of Surfactant Selection for the Design of Vegetable Oil Semi-Synthetic Metalworking Fluids / Fu Zhao, Andres Clarens, Ashley Murphree, Kim Hayes and Steven J. Skerlos. Environmental Science & Technology. 2006. V. 40 № 24. P. 7930–7937 DOI: 10.1021/es061418I.
9. M.A. Maleque, H.H. Masjuki, S.M. Sapuan. Vegetable- based biodegradable lubricating oil additives. //Industrial Lubrication and Tribology. 2003 V. 55. № 3. P.137–143.
10. Sustainable Lubrication Methods for the Machining of Titanium Alloys: An Overview // Enrique García-Martínez, Valentín Miguel, Alberto Martínez-Martínez, María Carmen Manjabacas, Juana Coello // Materials 2019, 12(23), 3852; <https://doi.org/10.3390/ma12233852>. (Special Issue of the Manufacturing Engineering Society 2019 (SIMES-2019)). Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1996-1944/12/23/3852/htm>.
11. Ponnekanti Nagendramma and Savita Kaul Development of eco-friendly/biodegradable lubricants: An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. № 16. P. 764–774.
12. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73.
13. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.
14. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych / A. Balitskii, V. Hawrilyuk, J. Elias, W. Balitska, W. Kolesnikow. *Mechanik*. 2015. № 8-9. S. 722/168-176.
15. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2018". 5 - 6 червня 2018 р., м. Львів. - С. 328 - 331.
16. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В. Екологічно чиста змащувально-охолоджувальна рідина для механічної обробки сталі: тези доп. 12-го Міжнар. симп. українських інженерів-механіків у Львові м. Львів, 28-29 травня 2015 р. Львів, 2015. С. 80-81.
17. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.
18. Balitskii A., Kolesnikov V. Hydrogen Effects on the Formation of Nickel Based Superalloys Cutting and Wear Products. *Loading and environment effects on structural integrity: 22<sup>nd</sup> European Conference on Fracture (ECF22): Book of abstracts of Int. Conf., 26–31 August 2018. Belgrade (Serbia): Published by the Society for Structural Integrity and Life, DIVK, 2018. P. 182.*
19. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних сталей / О. Балицький, В. Колесніков, М. Гаврилюк, Я. Еліаш. Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних

конструкцій: матеріали 5-ої Міжнародна науково-технічна конференція, м. Львів, 27-28 жовтня 2016 р. Львів, 2016. С. 17-18.

20. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій / Я. Еліаш, О. Балицький, М.Гаврилюк, В.Колесніков, В.Балицька. Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів. Київ, 2017. С. 418-422.

21. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки сталей: пат. 106988 України: МПК С10М 173/00, С10М 133/06, С10М 129/56; заявл. 21.12. 15; опубл. 10.05. 16. Бюл. № 9. 4 с.

22. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.

23. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив модифікування сталі 38ХНЗМФА на структурно-фазовий стан та продукти різання за зміни технологічних умов. Фізико - хімічна механіка матеріалів. 2019. Т.55, № 6. С. 125 - 130.

24. М. Ю. Барна. Особливості класифікації масел моторних у митних цілях / Науковий вісник НЛТУ України Збірник науково-технічних праць. — Львів : РВВ НЛТУ України. — 2010. — Вип. 20.10. — 344 с. ISSN 1994-7836.

25. . ДСТУ 3437-96 Нафтопродукти. Терміни та визначення. Чинний від 01.07.1997. — К. : Держстандарт України, 1996. — 100 с.

26. ГКД 34.43.101-97 Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел Методичні вказівки.

27. Seung-Hyun Yoo, Young-Wun Kim, Kunwoo Chung, Seung-Yeop Baik, Joon-Seop Kim. Synthesis and corrosion inhibition behavior of imidazoline derivatives based on vegetable oil. Corrosion Science. V. 59. 2012. P. 42–54.

28. Doll, K.M., Sharma, B.K. Emulsification of Chemically Modified Vegetable Oils for Lubricant Use. Journal of Surfactants and Detergents. 2011. V. 14. №. 1. P 131–138. DOI: 10.1007/s11743-010-1203-x.

29. Y.M. Shashidhara and S.R. Jayaram. Vegetable oils as a potential cutting fluid. An evolution. Tribology International 2010. № 43. P. 1073-108.

30. Кириченко В.И., Бойченко С.В. Химмотологические аспекты получения экологически безопасных компонентов топлив и смазочных материалов из возобновляемого сырья: монографія. “Проблеми хімотології. Теорія та практика раціонального використання традиційних та альтернативних паливно-мастильних матеріалів”: матеріали V міжнародної науково-технічної конференції. Київ, 6-10 жовтня 2014 р. Національний авіаційний університет. Київ: НАУ, 2014. С. 291–300.

31. Менумеров Э.Р., Якубов Ч.Ф., Аметов И.Э. О возможности повышения эксплуатационных характеристик СОТС на основе растительных масел. Вестник Хмельницкого национального университета. 2006. № 6. С. 44–48.

32. Поп Г.С., Бодачівська Л.Ю., Вечерік Р.Л. Поверхнево-активні речовини та композиційні системи на основі рослинних олій і фосфатидів. Хім. пром-сть України. 2008. Т. 86, № 3. С. 33–37.

33. Wilfried J. Bartz. Lubricants and the environment. Tribology International. 1998. V. 31, N 1-3. P. 35–47.

34. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность, 1974. 442 с.

35. Nabel A. Negm, Galal H. Sayed, Manal G. Mohamed, Mahmoud Bekheit Eco-Friendly Vegetable Oil-Based Metalworking Fluid (MWFs) from Modification of Glycolyzed Products of Polyurethane. Journal of Surfactants and Detergents. 2016. V. 19. № 3. P. 455–466. DOI: 10.1007/s11743-016-1806-y.

36. Dharma R. Kodali. High performance ester lubricants from natural oils. *Industrial Lubrication and Tribology*, 2002. V. 54 № 4. P. 165–170.
37. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П. Нові мастильно-охолоджуючі засоби для механічної обробки металів: проблеми одержання і застосування. *Вісник Технол. ун-ту Поділля*. 2001. Т. 1. № 3. С. 95.
38. Розенфельд И.Л., Лоскутов А.И., Алексеев В.Н. Адсорбция олеата натрия и воды на окисленной поверхности алюминия. *Изв. АН СССР. Сер. Химическая*. 1982. № 2. С.54–259.
39. Ребиндер П.А., Фукс Г.И. *Успехи коллоидной химии*. М.: Наука, 1973. 100 с.
40. Исследования адсорбции ряда ненасыщенных жирных кислот на окиси алюминия методом ИК-спектроскопии / Р.А. Булгакова, М.Н. Полтева, В.П. Персианцева, Н.П. Соколова. *Коллоид. журн.* 1985. Т. 47. № 4. С. 782–786.
41. Адсорбция олеата натрия и влияние её на растворение алюминия, железа и их сплавов в нейтральной среде / И.Л. Розенфельд, А.И. Лоскутов, Ю.И. Кузнецов и др. *Защита металлов*. 1981. Т. 17. № 6. С. 699–706.
42. Савченко О.М. Розробка інгібіторів корозії сталей на основі модифікованих рослинних олій: дис... канд. техн. наук: 05.17.14 / ЧНТУ. Чернігів, 2006. 205 с.
43. Квашук Ю.В. Розробка екологічно безпечних інгібіторів корозії для захисту обладнання харчових виробництв: дис... канд. техн. наук: 05.17.14/ЧНТУ. Чернігів, 2014. 190с
44. Langmuir I. The Chapes of group molecules forming the surface of lighids. *Roc. of National Academy of Sciences. Washington*, 1917. V. 3. № 44. P. 251.
45. Исследования адсорбции ряда ненасыщенных жирных кислот на окиси алюминия методом ИК-спектроскопии / Р.А. Булгакова, М.Н. Полтева, В.П. Персианцева, Н.П. Соколова. *Коллоид. журн.* 1985. Т. 47. № 4. С. 782–786.
46. Structural Aspects of Surfactant Selection for the Design of Vegetable Oil Semi-Synthetic Metalworking Fluids / Fu Zhao, Andres Clarens, Ashley Murphree, Kim Hayes and Steven J. Skerlos. *Environmental Science & Technology*. 2006. V. 40 № 24. P. 7930–7937 DOI: 10.1021/es061418I.
47. Характер адсорбции на стали ингибиторов на основе растительного сырья / О.И. Сизая, О.Н. Савченко, А.А. Королев, В.Г. Ушаков. *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2008. Т. 44, № 3. С. 267–271.
48. Наноструктурні процеси при інгібіторному захисті сталі модифікованою рослинною олією / О.І. Сиза, О.М. Савченко, О.Д. Сміян., Л.М. Капітанчук. *Фізика і хімія твердого тіла*. 2006. Т. 7. № 1. С. 180–186.
49. Применение смазочно-охлаждающих технологических жидкостей в производстве прокатки листового материала: учебное пособие / В. Н. Кокорин, Ю. А. Титов. –Ульяновск : УлГТУ, 2004. – 55 с. Режим доступа: [http://venec.ulstu.ru/lib/v7/kokorin2005\\_2.pdf](http://venec.ulstu.ru/lib/v7/kokorin2005_2.pdf).
50. Производство, оптово-розничная продажа техмасел и смазочно-охлаждающих жидкостей. Режим доступа: [https://oilcool.ru/article/emulsol\\_sostav\\_kharakteristiki\\_primenenie\\_raskhod](https://oilcool.ru/article/emulsol_sostav_kharakteristiki_primenenie_raskhod).
51. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Змащувально-охолоджувальні рідини. Режим доступа: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Змащувально-охолоджувальні\\_рідини](https://uk.wikipedia.org/wiki/Змащувально-охолоджувальні_рідини).
52. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Автор: Glenn McKechnie - Photograph taken by Glenn McKechnie, CC BY-SA 2.0. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=294427>.
53. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Мастильний матеріал. Режим доступа: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Мастильний\\_матеріал](https://uk.wikipedia.org/wiki/Мастильний_матеріал)
54. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Автор: Surv1v411st - Власна робота, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48320840>.
55. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Індекс пенетрації. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>.
56. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Трансмісійна олива для автоматичних трансмісій (англ. Automatic transmission fluid, ATF). Автор: Автор: Hans Haase - Власна робота, CC BY-SA

4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=49498416>.

57. Мінеральні моторні масла: характеристики і особливості. Режим доступу: <https://uk.mirarh.ru/mineralni-motorni-masla-kharakteris>.

58. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Режим доступу: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SIGAUS\\_aceite.jpg#/media/Файл:SIGAUS\\_aceite.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SIGAUS_aceite.jpg#/media/Файл:SIGAUS_aceite.jpg)

59. Смазки для автомобілей. Режим доступу: <https://kingavto.com.ua/catalog/smazki>.

60. Анатолий Шейпак. История науки и техники. Энергомашиностроение. М: Прометей, 2017 г. С. 290. ISBN: 978-5-906879-26-4.

61. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 2001. – 535 с. – ISBN 5-02-002593-3.

62. USA: Approved Engine Oils for the Latest Engines. Режим доступу: <https://web.archive.org/web/20071015175730/http://whnet.com/4x4/oil.html>.

63. Пять важных жидкостей в автомобиле. Режим доступу: <https://autorambler.ru/razborka/pyat-vidov-zhidkostey-kotorye-nuzhno-proveryat-v-avtomobile.htm>.

64. Технические жидкости: проверка и интервалы замены. Режим доступу: [https://lukoil-shop.ru/articles/tekhnicheskie\\_zhidkosti\\_proverka\\_i\\_intervaly\\_zameny](https://lukoil-shop.ru/articles/tekhnicheskie_zhidkosti_proverka_i_intervaly_zameny).

65. Ефим Розкин. 6 мест в автомобиле, которые нужно обязательно смазать перед зимой. Режим доступу: <https://www.avtozglyad.ru/sovety/ekspluataciya/2019-10-02-6-mest-v-avtomobile-kotorye-nuzhno-objazatelno-smazat-pered-zimoj/>.

66. В.В. Волгин. Энциклопедия автобизнеса. Секреты дилеров. – М.: Издательство «Ось 89», 2009. - 832 с. ISBN: 978-5-98534-996-2.

67. Зарубежные масла, смазки, присадки, технические жидкости. / Резников В.Д., Шестаковская Т.В., Довгопол Е.Е., Чепурова М.Б. Издательство: Техинформ. 2005. – 280 с.

68. Зарубин В.П., Сычев С.А. Возможность использования передвижной мастерской для проведения технического обслуживания и ремонта пожарной техники / Надежность и долговечность машин и механизмов: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 2017. – С. 240-243.

69. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Частина 1. / Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 353с. Режим доступу: [http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi\\_Pal\\_mast\\_Mater\\_kn1.pdf](http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn1.pdf)

**Колесніков Валерій Олександрович** – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: [Kolesnikov197612@gmail.com](mailto:Kolesnikov197612@gmail.com)

**Шуліка Сергій Олександрович** – студент, що навчається за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Транспорт» кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка"

**Гаврилюк Марія Романівна** – к.т.н., науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневомісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України



**Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Житомирський державний технологічний університет  
Технічний університет ім. Георгія Асакі, м. Ясси, Румунія  
Університет Лінчопінга, Швеція  
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

**МАТЕРІАЛИ**

**VIII-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**

**14-15 квітня 2020**

**MATERIALS**

**OF VIII-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL  
INTERNET-CONFERENCE**

**“PROBLEMS AND PROSPECTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT”**

**ВНТУ, Вінниця, 2020**

**УДК 629.3**

*Відповідальні за випуск* **В. В. Біліченко, В. А. Кашканов**

*Рецензенти:* **Поляков А. П.**, доктор технічних наук, професор  
**Анісімов В. Ф.**, доктор технічних наук, професор

Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 320 с.

Збірник містить Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні системи, логістика, організація і безпека руху; сучасні технології організації та управління на транспорті; системотехніка і діагностика транспортних машин; стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

**УДК 629.3**

## ЗМІСТ (CONTENTS)

|   |     |
|---|-----|
| <u><i>Аргун Ш. В., Гнатов А. В., Гнатова Г. А.</i> Альтернативні джерела генерації електричної енергії для транспорту і його інфраструктури .....</u>                                     | 6   |
| <u><i>Атаманюк Г. В., Горбачов П. Ф.</i> Аналіз умов застосування пішохідних переходів та визначення затримок учасників руху поза зоною впливу перехрестя .....</u>                       | 8   |
| <u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Кернус Р. О., Мосузенко Ю. А.</i> Підвищення ефективності доставки вантажів у міжнародному сполученні .....</u>                                      | 13  |
| <u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Тирса Я. В., Кабак В. Д.</i> Оцінка ефективності функціонування міського пасажирського транспорту з урахуванням вибору маршруту пасажиром .....</u>  | 15  |
| <u><i>Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В., Замуренко А. С.</i> Принципи самоорганізації автомобільних транспортних систем .....</u>   | 17  |
| <u><i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О.</i> Системна концепція аналізу автотранспортної техніки та зміни її технічного стану підчас експлуатації .....</u>                     | 20  |
| <u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1 .....</u>                                       | 23  |
| <u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2 .....</u>                                       | 31  |
| <u><i>Бережна Н. Г., Волкова Т. В., Кутья О. В.</i> Щодо обсягів перевезення пасажирів, тенденції їх зміни і прогнозування .....</u>  | 46  |
| <u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Антонюк В. Г.</i> Аналіз впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива .....</u> | 51  |
| <u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Бережнов Б. П.</i> Зміна характеристик оливи в процесі експлуатації дизельних двигунів та методи їх поліпшення .....</u>                       | 54  |
| <u><i>Біліченко В. В., Пелипенко В. Л.</i> Підвищення ефективності гальмівних систем автомобілів .....</u>  | 57  |
| <u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Базиль А. Ю., Коваль Р. В.</i> Визначення якості пасажирських перевезень .....</u>   | 60  |
| <u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В.</i> Методики визначення потреби в рухомому складі .....</u>   | 64  |
| <u><i>Буренніков Ю. Ю.</i> Застосування системи електронного навчання e-learning в підвищенні кваліфікації працівників підприємств автомобільного сервісу .....</u>                       | 68  |
| <u><i>Бурлака С. А.</i> Робота двигуна Д-240 при використанні біопалива обробленого ультразвуком .....</u>  | 71  |
| <u><i>Войтків С. В.</i> Аналіз компоновальних схем електромобілів малої вантажопідйомності .....</u>  | 75  |
| <u><i>Войтків С. В.</i> Визначення параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності на стадії ескізного проектування .....</u>  | 84  |
| <u><i>Войтків С. В.</i> Типи і класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності .....</u>  | 91  |
| <u><i>Володарец Н. В.</i> Использование средств нейросетевого аппарата для информационной поддержки и управления условиями эксплуатации транспортных средств .....</u>                    | 97  |
| <u><i>Ву Д. М., Горбачёв П. Ф., Колий А. С., Свичинский С. В.</i> Подход к распределению городских транспортных потоков на основе параметров светофорных циклов .....</u>                 | 98  |
| <u><i>Галушак О. О., Галушак Д. О., Антонюк В. Г.</i> Аналіз способів усунення дисбалансу в одноциліндровому ДВЗ .....</u>  | 103 |
| <u><i>Гальона І. І.</i> Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів .....</u>   | 106 |

|  |     |
|--|-----|
| <u><a href="#">Горяинов А. Н.</a> Возможности реализации стандартов образования транспортной и логистической направленности (образовательная программа, учебный план) .....</u>  | 108 |
| <u><a href="#">Грицук І. В., Погорлецький Д. С., Симоненко Р. В.</a> Особливості формування системи теплової підготовки двохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі .....</u> | 112 |
| <u><a href="#">Захарчук В. І., Захарчук О. В., Школярчук В. О.</a> Покращення показників двигуна під час його роботи на альтернативному паливі .....</u>   | 116 |
| <u><a href="#">Зыбцев Ю. В.</a> Изменение конфигурации кривой крутящего момента ДВС при разгоне автомобиля .....</u>   | 119 |
| <u><a href="#">Кашканов В. А., Сульжук А. А.</a> Аналіз методів діагностування автомобільних генераторів .....</u>   | 121 |
| <u><a href="#">Коваленко Р. І.</a> Аналіз шляхів підвищення прохідності сучасних пожежних автоцистерн .....</u>  | 126 |
| <u><a href="#">Колесников В. А.</a> Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной и энергомашиностроительных отраслей. Часть 2 .....</u>   | 131 |
| <u><a href="#">Колесніков В. О.</a> Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі .....</u>  | 144 |
| <u><a href="#">Колесніков В. О.</a> Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі .....</u>   | 158 |
| <u><a href="#">Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р.</a> Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування .....</u>   | 166 |
| <u><a href="#">Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р.</a> Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань .....</u>   | 179 |
| <u><a href="#">Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О.</a> Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні .....</u>  | 190 |
| <u><a href="#">Кравченко О. П., Титаренко В. Є., Шумляківський В. П., Барабаш С. С.</a> Оцінка безпечності автомобільної дороги міста за станом протиаварійних засобів .....</u>   | 204 |
| <u><a href="#">Кривошапов С. И.</a> Оценка точности определения расхода топлива в процессе стендовых испытаний автомобилей на стенде с беговыми барабанами .....</u>   | 210 |
| <u><a href="#">Кузель В. П., Буда А. Г., Нікіфоров Н. С.</a> Перспективи вдосконалення зовнішніх форм кузова легкового автомобіля .....</u>  | 213 |
| <u><a href="#">Кукурудзяк Ю. Ю., Манджула Р. А.</a> Діагностування системи подачі бензину порівнянням електричного та віброакустичного сигналів .....</u>  | 216 |
| <u><a href="#">Лаврентьєва О. О., Великодний Д. О., Токовило А. Д.</a> Методика використання середовища Flexsim у професійному навчанні студентів автотранспортного профілю .....</u>  | 218 |
| <u><a href="#">Лужанська Н. О., Лебідь І. Г., Яцечко С. Р.</a> Розробка стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами .....</u>   | 220 |
| <u><a href="#">Лук'янченко О. Ю.</a> Концептуальні підходи в проектах створення автомобілів оперативних служб .....</u>  | 222 |
| <u><a href="#">Макаров В. А., Макарова Т. В.</a> Аспекти підходу до підготовки спеціаліста в галузі транспорту .....</u>   | 226 |
| <u><a href="#">Маренич А. С., Ефименко А. Н.</a> Аналіз функціональних можливостей Matlab с расширением Simulink при исследовании движения автомобиля .....</u>  | 228 |
| <u><a href="#">Москаленко О. В., Кашканова А. А., Кашканов А. А.</a> Аналіз чинників, що визначають технічний стан кузовів легкових автомобілів та впливають на безпеку руху ....</u>  | 231 |
| <u><a href="#">Мошноріз М. М., Постернак В. А.</a> Інтелектуальна система пропуску автомобільного транспорту на територію підприємства .....</u>   | 237 |
| <u><a href="#">Музильов Д. О., Карнаух М. В.</a> Останні тенденції при формуванні ланцюгів постачання для доставки сільськогосподарських вантажів .....</u>  | 240 |
| <u><a href="#">Назаров О. І., Шпінда Є. М.</a> Підвищення ефективності гальмування легкових автомобілів, обладнаних АБС, що експлуатуються .....</u>   | 242 |

|   |     |
|---|-----|
| <u>Павленко В. М., Кужель В. П., Галак К. С., Шалавінська К. О. Огляд існуючих стандартів і методик випробування фрикційних пар гальм з метою дослідження стійкості руху автомобілів при гальмуванні .....</u>                                      | 245 |
| <u>Павленко О. В., Анощенков В. Д. Формування критерію вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я</u>  | 249 |
| <u>Павленко О. В., Волкова Т. В., Конькова Ю. О. Підхід по визначенню ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств .....</u>   | 254 |
| <u>Павленко О. В., Іванченко Д. Є. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективного функціонування складської системи підприємства .....</u>   | 259 |
| <u>Павленко О. В., Шарий С. В. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективної схеми доставки збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні .....</u>   | 263 |
| <u>Подригало М. А., Подригало Н. М., Бобошко О. А., Коряк О. О. Вібростійкість моторно-трансмійних установок з двигунами внутрішнього згоряння .....</u>  | 268 |
| <u>Поляков А. П., Мірний С. І. Вибір критеріїв оцінки ефективності застосування методу формування номенклатури та кількості запасних частин для проведення робіт з технічного обслуговування вантажних автомобілів .....</u>                        | 272 |
| <u>Поляков А. П., Мороз Л. В. Аналіз факторів, які впливають на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів</u>  | 274 |
| <u>Сакно О. П., Колеснікова Т. М., Олло В. П., Медведєв Є. П. Моделювання зміни технічного стану автотранспортних засобів з урахуванням використання прогресивних технологій обслуговування .....</u>   | 276 |
| <u>Сауляк Л. В. Аналіз проблем розвитку логістики на автотранспорті .....</u>   | 283 |
| <u>Сахно В. П., Шарай С. М., Поляков В. М., Дехтяренко Д. О. Засади кластеризації в процесах управління діяльністю підприємств транспортної галузі .....</u>  | 284 |
| <u>Свершюк А. В. Застосування інтерактивних технологій при викладанні дисциплін, пов'язаних з галуззю автомобільного транспорту .....</u>   | 286 |
| <u>Смирнов Є. В., Огневий В. О. Кооперація як стратегія розвитку виробничо-технічної бази на автомобільному транспорті .....</u>  | 292 |
| <u>Сосик А. Ю., Щербина А. В., Дударенко О. В., Галайда Ю. Є. Система автоматичного керування кутів встановлення керованих коліс .....</u>  | 294 |
| <u>Спірін А. В., Борисюк Д. В., Красовський С. В. Модель коливань коліс автомобіля ..</u>   | 297 |
| <u>Терещенко О. П., Поляков А. П. Логістичні принципи постачання сировини та продукції .....</u>  | 300 |
| <u>Худяков І. В., Грицук І. В., Матейчик В. П., Симоненко Р. В., Погорлецький Д. С., Черненко В. В., Манжелей В. С. Дистанційна ідентифікація режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів .....</u> | 303 |
| <u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Оцінка та розробка заходів по вирішенню проблеми експлуатації електромобілів в Україні .....</u>   | 309 |
| <u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Розробка заходів для забезпечення безперервної їзди по міській вулиці .....</u>  | 312 |
| <u>Цимбал С. В., Окаевич О. М. Методи визначення конкурентоспроможності авто-сервісних підприємств .....</u>  | 315 |
| <u>Цись О. О., Кучма О. І., Хлівний О. О. Аналіз можливостей застосування САД-системи Компас-3D у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю .....</u>  | 319 |



190. Колесніков В.О., Шуліка С.О., Гаврилук М.Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування. Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

*“Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”* (Materials of VIII-th international scientific practical internet-conference *“Problems and prospects of automobile transport”*). 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020.

С. 166 – 178.

Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf>.

[https://kolesnikov.ucoz.com/load/kolesnikov\\_v\\_o\\_shulika\\_s\\_o\\_gavriljuk\\_m\\_r\\_mastilni\\_materiali\\_dlja\\_transportnoji\\_galuzi\\_ta\\_energomashinobuduvannja\\_chastina\\_1\\_dejaki\\_poradi\\_shho/1-1-0-214](https://kolesnikov.ucoz.com/load/kolesnikov_v_o_shulika_s_o_gavriljuk_m_r_mastilni_materiali_dlja_transportnoji_galuzi_ta_energomashinobuduvannja_chastina_1_dejaki_poradi_shho/1-1-0-214)

[https://researchworker.ucoz.ru/load/publikacii/kolesnikov\\_v\\_o\\_shulika\\_s\\_o\\_gavriljuk\\_m\\_r\\_mastilni\\_materiali\\_dlja\\_transportnoji\\_galuzi\\_ta\\_energomashinobuduvannja\\_chastina\\_1\\_dejaki\\_poradi\\_shho/3-1-0-331](https://researchworker.ucoz.ru/load/publikacii/kolesnikov_v_o_shulika_s_o_gavriljuk_m_r_mastilni_materiali_dlja_transportnoji_galuzi_ta_energomashinobuduvannja_chastina_1_dejaki_poradi_shho/3-1-0-331)

[https://www.researchgate.net/publication/342957120\\_Kolesnikov\\_VO\\_Sulika\\_SO\\_Gavriluk\\_MR\\_Mastilni\\_materiali\\_dla\\_transportnoi\\_galuzi\\_ta\\_energomasinobuduvanna\\_Castina\\_1\\_Deaki\\_poradi\\_sodo\\_zastosuvanna\\_Materiali\\_VIII-oi\\_miznarodnoi\\_naukovo-prakticnoi\\_intern](https://www.researchgate.net/publication/342957120_Kolesnikov_VO_Sulika_SO_Gavriluk_MR_Mastilni_materiali_dla_transportnoi_galuzi_ta_energomasinobuduvanna_Castina_1_Deaki_poradi_sodo_zastosuvanna_Materiali_VIII-oi_miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_intern)