

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра машинобудування та технічного сервісу машин

**Покращення трибологічних властивостей гідравлічних олив
будівельних та колійних машин**

Пояснювальна записка і розрахунки
до дипломної роботи магістра

ДРРК.020.00.00.000 ПЗ

Розробив: студент групи 211-БКМ-Д23
Спеціальності
133 – галузеве машинобудування
(роботу виконано самостійно, відповідно
до принципів академічної доброчесності)
Євгеній ЯНЧУК

Керівник: професор, докт. техн. наук
Сергій ВОРОНІН

Рецензент: професор, докт. техн. наук
Дмитро ПЛУГІН

Харків 2025

Український державний університет залізничного транспорту

Факультет «Будівельний»

Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»

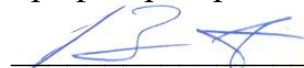
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,
професор, д-р техн. наук



Сергій ВОРОНІН

«01» жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ Янчуку Євгенію Олександровичу

1 Тема: «Покращення трибологічних властивостей гідравлічних олив будівельних та колійних машин»,

керівник: Воронін Сергій Володимирович докт. техн. наук, професор
затверджені розпорядженням по будівельному факультету від «30» вересня 2024 року № 10.

2 Строк подання студентом закінченої роботи: «30» грудня 2024 року.

3 Вихідні дані: 1 Базова машина: Екскаватор ЕО-2621

2 Гідравлічна олива: И-20А

3 Олива для підшипників ковзання: Осьова «Л»

4 Тип присадок до олив: Рідкокристалічні оливорозчинні

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

4.1 Аналітичний огляд досліджень за тематикою роботи

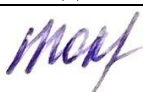



4.2 Теоретичні дослідження протизношувальної та антифрикційної дії РК присадок

4.3 Експериментальні дослідження мастильних матеріалів з РК присадками

4.4 Техніко-економічний розрахунок

- 4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях
 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 5.1 Огляд мастильних матеріалів для будівельних та колійних машин – 1 лист
 5.2 Класифікація рідких кристалів – 1 лист
 5.3 Фізична модель формування граничної мастильної плівки – 1 лист
 5.4 Будова та властивості граничної плівки з РК присадок – 1 лист
 5.5 Конструктивна схема машини для випробування ММ – 1 лист
 5.6 Мета, об'єкт, програма та умови експерименту – 1 листа
 5.7 Результати експериментальних досліджень – 2 листа
 5.8 Техніко-економічне обґрунтування – 2 листа

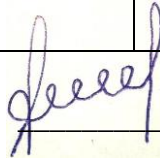
6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Техніко-економічне обґрунтування	Токмакова І.В., професор, д.е.н.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, к.т.н.		

7 Дата видачі завдання «30» вересня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
4.1 Аналітичний огляд досліджень за тематикою роботи	01.10.24 – 31.10.24	
4.2 Теоретичні дослідження протизношувальної та антифрикційної дії РК присадок	15.10.24 – 31.10.24	
4.3 Експериментальні дослідження мастильних матеріалів з РК присадками	01.11.24 – 15.12.24	
4.4 Техніко-економічний розрахунок	01.12.24 – 10.12.24	
4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	10.12.24 – 20.12.24	
4.6 Графічна частина	01.11.24 – 30.12.24	

Студент  Є.О. Янчук

Керівник  С.В. Воронін

АНОТАЦІЯ

Дипломна робота складається з пояснювальної записки на 104 аркушах формату А4, що містить 13 табл., 23 рис., список джерел з 55 найм., додатки на 11 стор, а також 10 слайдів презентації.

Ключові слова: РЕСУРС, ЕКСКАВАТОР, ДИЗЕЛЬНИЙ ДВИГУН, МОТОРНА ОЛИВА, ЕЛЕКТРИЧНА ОБРОБКА, ЗНОС.

Об'єктом дослідження є процес підвищення ресурсу гідроприводів будівельних та колійних машин шляхом покращення якості гідравлічних олив.

Метою дослідження є встановлення впливу концентрації рідкокристалічної присадки в оливі на знос та ресурс агрегатів гідроприводу.

В роботі запропоновано та досліджено спосіб покращення мастильної здатності гідравлічної оливи додаванням до неї рідкокристалічної присадки в концентрації, яка була встановлена експериментально.

ABSTRACT





The thesis consists of an explanatory note on 104 sheets of A4 format, containing 13 tables, 23 figures, a list of sources with 55 entries, appendices on 11 pages, as well as 10 presentation slides.

Keywords: RESOURCE, EXCAVATOR, DIESEL ENGINE, ENGINE OIL, ELECTRICAL TREATMENT, WEAR.

The object of the study is the process of increasing the resource of hydraulic drives of construction and track machines by improving the quality of hydraulic oils. The purpose of the study is to establish the effect of the concentration of the liquid crystal additive in the oil on the wear and service life of hydraulic drive units. The paper proposes and investigates a way to improve the lubricating capacity of hydraulic oil by adding a liquid crystal additive to it at a concentration that was established experimentally.

Зміст

Вступ	7
1 Аналітичний огляд досліджень за тематикою роботи	8
1.1 Характеристики та властивості мастильних матеріалів будівельних машин. Вимоги до них.	8
1.2 Методи покращення якості мастильних матеріалів	16
1.3 Перспективи використання рідких кристалів в якості присадок до мастильних матеріалів	18
2 Теоретичні уявлення про механізм протизношувальної та антифрикційної дії РК присадок	27
3 Експериментальні дослідження мастильних матеріалів з РК присадками	46
3.1 Опис методики проведення досліджень	46
3.2 Дослідження протизношувальних властивостей індустріальної та осьової оливи без та з додаванням РК присадок.	50
4 Техніко-економічне обґрунтування	58
4.1 Витрати на придбання машини та її модернізацію	58
4.2 Розрахунок продуктивності екскаватора	59
4.3 Розрахунок собівартості машино-години	60
4.4 Порівняння основних техніко-економічних показників роботи базового і нового варіанту експлуатації екскаватора ЕО - 2621	68
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	69
5.1 Загальна характеристика машини для випробування матеріалів на тертя та зношування	69

					ДРРК.020.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Янчук			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірів		Воронін				5	104
Реценз.					УкрДУЗТ кафедра МТСМ		
Н. Контр.		Козар					
Затверд.		Воронін					

5.2 Аналіз умов праці	70
5.3 Заходи з охорони праці	72
5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	74
5.5 Розрахунок природного освітлення лабораторії	81
Висновки по роботі	86
Список використаних джерел	88
Додатки	94

					ДРРК. 020.00.00.000 ПЗ	Лист
л.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		6

Висновки по роботі

1. В дипломній роботі здійснено огляд мастильних матеріалів, їх властивостей, умов роботи, вимог до них, присадок і добавок до мастильних матеріалів. Особливу увагу звернули на рідкокристалічні присадки, оскільки внаслідок специфічної будови рідкокристалічної граничної плівки, такі присадки є перспективними для використання в мастильних матеріалах для будівельних та колійних машин.

2. Випробування досліджуваних олив виконувались на чотирьохкульковій машині тертя згідно ГОСТ 9490-75, на якій визначають трибологічні властивості рідких та пластичних мастильних матеріалів. Дослідження проводились на двох типах олив: індустріальна олива підгрупи А марки И-20 та осьова олива «Л». До олив додавали два типи присадок – трикомпонентну та стеаринову кислоту. Діапазони концентрацій цих присадок складали, відповідно, 0...0,2 % з кроком 0,05 % та 0...0,4 % з кроком 0,05 %.

3. Проведеними випробуваннями встановлено, що із зростанням концентрації стеаринової кислоти до значення ККМ зменшуються діаметр плями зносу та індекс задиру, збільшується критичне навантаження, а при подальшому збільшенні концентрації ці показники змінюються зворотно. При застосуванні обробки зовнішнім електричним полем зворотній хід кривих при концентраціях більших за ККМ відсутній. Критичне навантаження для оливи И-20А змінюється з 617 Н до 657 Н при використанні стеаринової кислоти, та з 617 Н до 735 Н при використанні трикомпонентної присадки. Для осьової оливи критичне навантаження змінюється відповідно з 1235 Н до 1303 Н та з 1235 Н до 1381 Н. Навантаження зварювання не змінюється для обох присадок в досліджуваному діапазоні концентрацій.

4. Також в роботі було проведено техніко-економічне обґрунтування використання в гідравлічній системі екскаватора ЕО-2621 в якості робочої рідини індустріальної оливи И-20А з додаванням 0,2 % стеаринової кислоти, замість чистої И-20А. Економічний ефект досягається завдяки зменшенню витрат підприємств, які

експлуатують екскаватори, на ремонт окремих деталей та вузлів гідравлічної системи, та закупівлю експлуатаційних матеріалів (гідравлічної оливи).

Встановлено збільшення щорічного прибутку від роботи машини майже на 93,2 тис. грн. Завдяки цьому на один рік зменшується строк повернення капітальних витрат на придбання екскаватора. Такий ефект є результатом зменшення витрат оливи та певного зменшення витрат часу і коштів на виконання регламентних та незапланованих ремонтних робіт. В результаті, приріст економічного ефекту за 8 років експлуатації склав більше ніж 273 000 грн.

5. Також були розглянуті заходи з охорони праці при роботі в лабораторії та безпека в надзвичайних ситуаціях. Проведено аналіз умов праці в лабораторії та виявлено такі небезпечні фактори як підвищена напруга у електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини, наявність рухомих частин виробничого обладнання підвищений рівень вібрацій, підвищений рівень шуму на робочому місці. Розглянули заходи з електробезпеки, захисту від шуму і вібрацій, пожежної безпеки, підтримування комфортного мікроклімату для персоналу.

Ознайомилися з класифікацією надзвичайних ситуацій та їх ознаками. Більш докладно розглянули НС унаслідок пожеж, вибухів у будівлях і спорудах, унаслідок аварії з викиданням (загрозою викидання), утворенням і розповсюдженням НХР, пов'язану з дуже сильним снігопадом, пов'язану з дуже сильним морозом та заходи щодо забезпечення стійкості роботи підприємства та дії персоналу під час НС з викиданням (загрозою викидання), утворенням і розповсюдженням НХР. Провели розрахунок природного освітлення лабораторії. В результаті встановили, що для достатнього природнього освітлення в лабораторії має бути 2 вікна.

Список використаних джерел

- 1 Бойко В. С., Бойко Р. В. Тлумачно-термінологічний словник-довідник з нафти і газу: у 2-х томах. — Том 2. Л–Я. — Львів: Апріорі, 2006. — 800 с.
- 2 Підвищення працездатності вузлів тертя за рахунок орієнтаційної дії структури покриття на мастильні шари [Текст] : І.А. Буяновський [та інші] // Теоретичні та прикладні новації та інновації забезпечення якості і конкурентоспроможності інфраструктури наскрізної логістичної підтримки трибо об'єктів та їх виробництва: тези доповіді на міжнарод. наук.-практ. школі-конф. Славянтрибо - 7а, 2006.– С.38-46.
- 3 Levchenko, V.A. Epitropic liquid crystals – a new liquid phase [Text] / V.A. Levchenko // Journal of Molecular Liquid. - 2000. - Vol.85, № 1-2. — P. 197-210.
- 4 Levchenko, V.A. Chemical problem solving [Text] / V.A. Levchenko // MDNTP. - 1988.- Vol. 95, N 4. - P.128-131.
- 5 Енциклопедія фізики і техніки [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.femto.com.ua> - (Дата звернення: 20.10.2024)
- 6 Годлевський, В.А. Поверхневі явища та мезоморфізм [Текст] : підручн. / В. А. Годлевський, Н. В. Усольцева – І.: «ІГУ», 2011. – 179 с.
- 7 Д'ячков, П. Н. Вуглецеві нанотрубки. Будова, властивості, застосування [Текст] : підручн. / П.Н. Д'ячков – «БІНОМ. Лабораторія знань», 2006. - 290 с
- 8 Єрмаков, С.Ф. Трибофізика рідких кристалів [Текст] : підручн. / С.Ф. Єрмаков – Г.: ІММС, 2008. - 232 с.
- 9 Усольцева, Н.В. Трибологія і мезоморфізм [Текст] / Н.В. Усольцева, О.Б. Аكوпова // Фізика, хімія і механіка трибосистем : меж вуз. зб. наук. пр. / Державний університет. - І. : 2011. – Вип. 10. -, 2011. - С. 14-23.
- 10 Бобришева, С.Н. Взаємозв'язок електрофізичних та триботехнічних параметрів мастильних середовищ з присадками рідких кристалів [Текст] / С.Н. Бобришева, А.А Коленченко // Інтегроване науково-технічне забезпечення якості

трибооб'єктів, їх виробництво і експлуатації: міжнарод. наук.-практ. симпоз. / Славянтрибо-6. - СП.: РГАТА, 2004.– С.283-288.

11 Коленченко, А.А. Композиційні матеріали триботехнічного призначення з рідкокристалічним компонентом [Текст] / А.А Коленченко, С.Н. Бобришева // мат. 6 міжнародн. наук.-техн. конф., 2004.- С.106-107.

12 Bobrysheva, S. Liquid crystals as object and means of tribological investigation [Text] / S. Bobrysheva, A. Kolenchenko // 5 th International conference on tribology «Balkantrib 05» / Kragujevac, Serbia.– 2005. P.390-394.

13 Бобришева, С.Н. Вплив поверхнево-активних і адсорбційних характеристик рідких кристалів на властивості конденсованих середовищ [Текст] / С.Н. Бобришева, В.Б. Боднарук, Н.А. Демченко // Теоретичні та прикладні новації та інновації забезпечення якості і конкурентоспроможності інфраструктури наскрізної логістичної підтримки трибо об'єктів та їх виробництва: тези доповіді на міжнарод. наук.-практ. школі-конф. Славянтрибо - 7а, 2006.– С.7-14.

14 Латишев, В.Н. Протизношувальні властивості присадок деяких рідкокристалічних сполук [Текст] / В.Н. Латишев, М.А. Колбашов, В.В. Новіков, С.А. Сирбу // Матеріалознавство та надійність триботехнічних систем : Зб. наук. пр. / ІДХТУ ІДУ.– І., 2009. – С.11-15.

15 Gribailo, A.P. Effect of liquid-crystals on lubricating properties of mineral-oils [Text] / A.P Gribailo, M.P. Kupreev, V.O. Zamyatnin // Chem. Technol. Fuels Oils. - 1983. - № 19. - P. 342-345.

16 Fischer, T.E. Lubrication by a smectic liquidcrystal [Text] / T.E. Fischer, S. Bhattacharya, R. Salher, J.L. Lauer, Y.J. Ahn //Tribol. Trans. - 1988. - № 31. - P. 442-448.

17 Eidschink, R. Liquid-crystals in variable friction devices [Text] / R. Eidschink // Angew. Chem. Int. Ed. - 1988. - № 27. - P. 1579-1580.

18. Barchan, G.P. Effect of the mesomorphic stateisotropic liquidphase transition on lubricating properties of liquid-crystalline mixtures [Text] / G.P. Barchan, A.G. Milaev, I.G. Gumenchuk // Chem. Technol. Fuels Oils - 1988. - № 24. P. 550-551.

19 Eidschink, R. A novel application of liquid-crystals in tribology [Text] / R. A. Eidschink // Liq. Cryst. – 1989. - № 5. - P. 1517-1521.

20 Tichi, J.A. A theory for the lubrication of layered liquid-crystals [Text] / J.A. Tichi, Y. Rhim // J. Tribol. Trans. / ASME – 1989. - № 111. - P. 169-174.

21 Tichi J.A. Lubrication theory for nematic liquid-crystals [Text] / J.A. Tichi // Tribol. Trans. – 1990. - № 33. - P. 363-370.

22 Carrión, F. Liquid Crystals in Tribology [Text] / F. Carrión, G. Martines-Nicolás, P. Iglesias, J. Sanes, M. Bermúdez // Int. J. Mol. Sci. – 2009. - № 10 - P. 4102-4115.

23 Mori, S. Relationship between tribological performance of liquid crystals and their molecular structure crystals [Text] / S. Mori, H. Iwata // Tribol. Int. – 1996. - № 29. - P. 35-39.

24 Bermúdez, M.D. Tribological properties of liquid crystals as lubricant additives [Text] / M.D. Bermúdez, G. Martínez-Nicolás, F.J. Carrión-Vilches // Wear. – 1997. - № 212. - P. 188-194.

25 Shen, M.W. Investigation of the liquid crystal additive influence on film formation in nano scale [Text] / M.W. Shen, J.B. Luo, S.Z. Wen, J.B. Yao // Lubr. Eng. – 2002. - № 58. - P. 18-23.

26 Shen M.W. Nano-tribological properties and mechanisms of the liquid crystal as an additive [Text] / M.W. Shen, J.B. Luo, S.Z. Wen, J.B. Yao // Chin. Sci. Bull. – 2001. - №46. - P. 1227-1232.

27 Wazynska, B. Tribological properties of nematic and smectic liquid crystalline mixtures used as lubricants [Text] / B. Wazynska, J.A. Okowiak // Tribol. Lett. – 2006. - № 24. - P. 1-5.

28 Wazynska, B. Tribological properties of parffin oil doped with liquid crystalline mezogenes [Text] / B. Wazynska, J.A. Okowiak, S. Kolacz, A. Malysa // Opto-Electronics Rev. – 2008. - № 16. - P. 267-270.

29 Iglesias, P. Friction and wear of aluminium-steel contacts lubricated with ordered fluids-neutral and ionic liquid crystals as oil additives [Text] / P. Iglesias, M.D. Bermúdez, F.J. Carrión, G. Martínez-Nicolás // Wear – 2004. - № 256. - P. 386-392.

30 Boschkova, K. Frictional properties of lyotropic liquid crystalline mesophases at surfaces [Text] / K. Boschkova, J. Elvesjo, B. Kronberg // Colloid Surf. A-Physicochem. Eng. Asp. – 2000. - №166. - P. 67-77.

31 Voronin S.V. The research of tribological characteristics of smectic layer of boundary film [Text] / S.V. Voronin, V.O. Stefanov // Проблеми трибології: міжнар. наук. журн. – Хмельницький: ХНУ, 2014. – № 2(72). – С.58-64.

32 Каплан, І.Г. Уведення в теорію міжмолекулярних взаємодій [Текст]/ І.Г. Каплан. – Наука. Головна редакція фізико-математичної літератури, 1982. – 312 с.

33 Лисіков, Є. М. Надмолекулярні структури рідких мастильних середовищ та їх вплив на знос технічних систем [Текст] : монографія / Є. М. Лисіков, В. Б. Косолапов, С. В. Воронін. – Харків : ЕДЕНА, 2009. – 274 с.

34 Крагельський, І. В. Тертя та зношування [Текст] / І. В. Крагельський. – : Машинобудування, 1968. – 480 с.

35 ГОСТ 9490–75. Матеріали мастильні рідкі та пластичні. Метод визначення трибологічних характеристик на чотирьох кульковій машині [Текст].— Увед. 1978-01-01. — Вид-во стандартів, 1977. — 6 с.

36 Боровик, Ю. Т. Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломного проекту для студентів спеціальності 7.090214 «Підйомно-транспортні, будівельні, колійні машини та обладнання» [Текст] / Ю. Т. Боровик, І. Л. Назаренко.— Х. : УкрДАЗТ, 2012. – 44 с.

37 ГОСТ 12.0.002-80. Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення [Текст]. – Увед. 1982-01-01. – Вид-во стандартів, 1990. – 12 с.

38 ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація [Текст]. – Увед. 1976–01–01. – Вид-во стандартів, 2004. – 4 с.

39 ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки [Текст]. – Увед. 1984-07-01. – Вид-во стандартів, 2002. – 10 с.

40 ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008. Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги [Текст]. – Увед. 2009-02-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 31 с.

41 ДСТУ ГОСТ 12.1.038:2008. ССБТ. Електробезпека. Гранично припустимі значення напруг дотику і струмів [Текст]. – Увед. 2008-10-01. – К.: Держспоживстандарт, 2008. – 7 с.

42 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів [Електронний ресурс] : НПАОП 40.1-1.21-98 : затв. Держ. комітетом України по нагляду за охороною праці 09.01.1998. – Режим доступу : <http://dnaop.com> – (Дата звернення: 22.09.2017).

43 ГОСТ 12.1.038-2004. ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги [Текст]. – Увед. 2008-11-01. – Стандартінформ, 2008. – 16 с

44 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. М-вом охорони здоров'я України 01.12.1999. – Режим доступу : <http://postroy.net.ua> - (Дата звернення: 22.09.2017).

45 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс] : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. М-вом охорони здоров'я України 01.12.1999. – Режим доступу : <http://mozdocs.kiev.ua>. - (Дата звернення: 22.09.2017).

46 Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] : [затв. Верховною Радою України 2 жовт. 2012 р. : офіц. текст станом на 2 черв. 2016 р.]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua>. – (Дата звернення: 23.09.2017).

47 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій [Текст] : ДК 019:2010 : чинний від 2010–10–11. – К. : Держспожив-стандарт України, 2010. – 19 с.

48 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] : затв. М-вом надзвичайних ситуацій України 12.12.2012, Наказ № 1400. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua> - (Дата звернення: 24.09.2017).

49 Правила пожежної безпеки в Україні [Електронний ресурс] : затв. М-вом внутрішніх справ України 30.12.2014, Наказ № 1417. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua> - (Дата звернення: 24.09.2017).

50 Стеблюк, М.І. Цивільна оборона та цивільний захист [Текст] : підруч. /М. І. Стеблюк - К.: Знання, 2006. — 487 с

51 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний ресурс] : НАПБ Б.03.002-2007 : затв. М-вом України з питань надзвичайних ситуацій та у справах

захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи 03.12.2007. – Режим доступу : <http://dnaop.com>. – (Дата звернення: 24.09.2017).

52 ГОСТ 12.4.009-83. ССБТ. Пожежна техніка для захисту об'єктів. Основні види. Розміщення та обслуговування [Текст]. – Увед. 1985–01–01. – Вид-во стандартів, 2005. – 10 с.

53 Правила експлуатації вогнегасників [Текст] : НАПБ Б.01.008-2004 : затв. М-вом України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи 02.04.2004 // Офіційний вісник України. – 2004. – № 19. – С. 279.

54 Державні будівельні норми України Інженерне обладнання будинків і споруд природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006 : затв. Мінбудом України 2006. – К. : Мінбуд України, 2006 - 96 с

55 Козар Л. М. Методичні вказівки до виконання практичних занять та контрольних завдань з дисципліни «Охорона праці в галузі» [Текст] / Л. М. Козар, В. М. Сударський. – Х. : УкрДАЗТ, 2009. – 30 с.