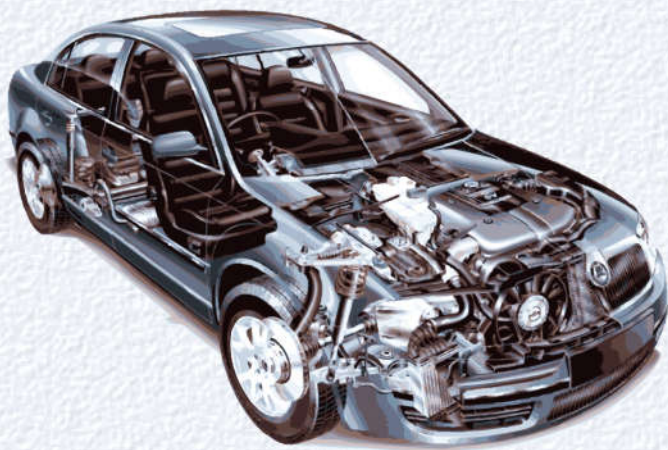


ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

**Методичні вказівки до лабораторних робіт
для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»**



Хмельницький національний університет

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

*Методичні вказівки до лабораторних робіт
для студентів спеціальності
274 «Автомобільний транспорт»*

*Затверджено на засіданні кафедри
трибології, автомобілів та матеріалознавства.
Протокол № 8 від 24.05.2019*

Хмельницький 2019

Інформаційні технології на автомобільному транспорті : методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О. В. Диха, О. Ю. Рудик. – Хмельницький: ХНУ, 2019. – 43 с.

Укладачі: Диха О. В., д-р техн. наук, проф.;
Рудик О. Ю., канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск: Диха О. В., д-р техн. наук, проф.

Редактор-коректор: Яремчук В. С.

Технічне редагування і верстка: Карпанасюк В. П.

Макетування здійснено редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету (м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1). Підп. 9.07.2019. Зам. № 39е/19, електронне видання, 2019.

© ХНУ, 2019

Вступ

Методичні вказівки призначені для лабораторних робіт з дисципліни «Інформаційні технології на автомобільному транспорті» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Всі роботи розташовані в порядку їх виконання та побудовані за однією схемою. Їх виконують на персональних комп'ютерах (ПК), а звіти – це база даних (БД), відповідно до рисунків кожної роботи, захист якої проводиться безпосередньо на ПК.

Критерії оцінювання виконання лабораторних робіт:

– оцінку **«відмінно»** отримує студент, який твердо знає програмний матеріал і створив БД (таблиці основних деталей вузла, дефектів однієї з деталей вузла, способів відновлення дефектів; запита для визначення оптимального способу відновлення-зміцнення деталі; форми для введення нових способів відновлення-зміцнення); вміє застосовувати мову структурованих запитів SQL та мову програмування VBA для вибору оптимального способу технологічного процесу (ТП); проводить математичне моделювання результатів досліджень зносостійкості у середовищі MathCAD;

– оцінку **«добре»** отримує студент, який твердо знає програмний матеріал і створив БД (таблиці основних деталей вузла, дефектів однієї з деталей вузла, способів відновлення дефектів), вміє застосовувати мову структурованих запитів SQL та мову програмування VBA для вибору оптимального способу технологічного процесу (ТП) й не допустив суттєвих неточностей;

– оцінку **«задовільно»** отримує студент, який має знання тільки основного матеріалу і не засвоїв його деталей, створив БД (таблиці основних деталей вузла, дефектів однієї з деталей вузла);

– оцінку **«незадовільно»** отримує студент, який не знає значної частини програмного матеріалу й не створив жодної таблиці БД.

У результаті навчання студент **повинен**:

– знати процес проектування ремонту деталей автомобільного транспорту від алгоритму до розробки БД і підготовки технологічної документації;

– мати практичні навички роботи з технічними засобами CAD/CAM/CAE/PDM-систем для створення БД ремонту деталей автомобільного транспорту;

– провести аналіз вузла та деталі автомобіля з розробкою відповідних креслень у SolidWorks;

– застосувати MS Access для створення БД та її аналізу;

– програмувати на SQL і VBA для встановлення режимів відновлення деталей автомобіля;

– розуміти методику роботи з MathCAD для досліджень зносостійкості;

– проектувати ТП ремонту відповідної деталі з підготовкою документації у MS Word та Excel і оцінювати існуючі CAD/CAM/CAE/PDM-системи для наскрізного процесу проектування ремонту деталей автомобільного транспорту від алгоритму до розробки БД;

– розуміти тенденції та перспектив розвитку сучасних CAD/CAM/CAE/PDM-систем.

Загальні вказівки з охорони праці при виконанні робіт

Знаходячись за комп'ютером, рекомендується періодично відпочивати, відволікатися від екрана монітора, дивитися у вікно, проте під час роботи треба бути гранично уважним. Щоб уникнути нещасного випадку, ураження електричним струмом, поломки устаткування, рекомендується виконувати наступні правила: не входити в приміщення, де знаходиться обчислювальна техніка без дозволу викладача; включення/виключення комп'ютера і пристроїв, проводити тільки з дозволу викладача; при нещасному випадку або поломці устаткування покликати викладача; знати, де знаходиться пульт виключення устаткування (вимикач, червона кнопка, рубильник); не чіпати дроти і розніми (можлива поразка електричним струмом); не допускати псування устаткування; не працювати у верхньому одязі; правильно організувати робоче місце, не їсти за комп'ютером, забезпечити вентиляційний і тепловий режими блоків.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт

1. У середовищі Access створити БД ремонту водяного насоса (рис. В.1) у вигляді таблиці: «Основні деталі вузла».

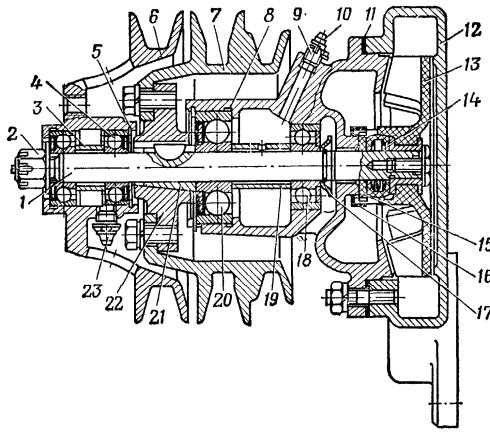


Рис. В.1 – Водяний насос: 1 – вал насоса; 2 – гайка; 3 і 19 – розпірні втулки; 4 – підшипник вентилятора; 5 – упорна шайба; 6 і 7 – шків; 8 – корпус підшипників; 9 – пробка; 10 і 23 – маслянки; 11 – прокладка; 12 – корпус насоса; 13 – крильчатка; 14 – ущільнювач; 15 – ущільнювальна шайба; 16 – обойма; 17 – відбивач; 18 і 20 – підшипники вала насоса; 21 – конусна втулка; 22 – маточина шків водяного насоса

2. У середовищі Access створити БД ремонту (зміцнення чи відновлення) вала водяного насоса (рис. В.2) у вигляді таблиць: «Дефекти деталі, вимоги до відремонтованої деталі», «Способи усунення дефекту деталі».

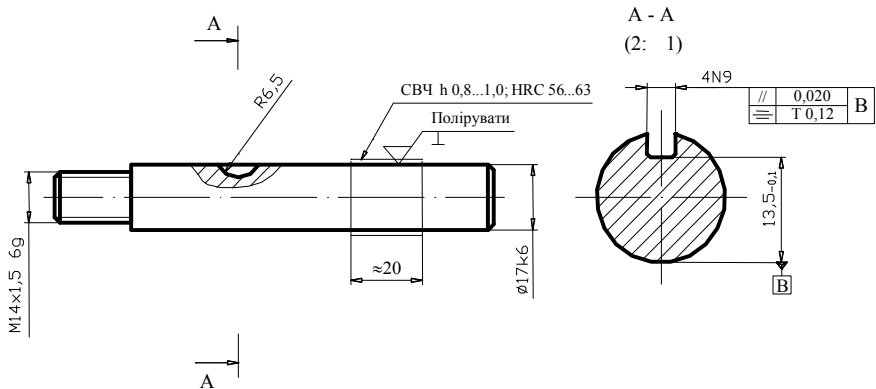


Рис. В.2 – Вал водяного насоса

3. У середовищі Access визначити оптимальний спосіб зміцнення чи відновлення вала водяного насоса у вигляді запита «Вибір способу усунення дефекту».

4. З метою додання у БД нових способів зміцнення чи відновлення вала у середовищі Access створити форму «Способи усунення дефекту деталі», звіт «Дефекти деталей водяного насоса», кнопкову форму «Прізвище».

5. Використати мову структурованих запитів Structured Query Language (SQL) для створення керуючих запитів з метою встановлення режимів відновлення вала водяного насоса.

6. Створити запити на вибірку оптимального режиму відновлення вала водяного насоса.

7. Застосувати мову програмування Visual Basic for Applications (VBA) для оптимізації визначення оптимального режиму відновлення вала водяного насоса.

8. Застосувати макроси для оптимізації роботи зі створеною БД.

9. У середовищі MathCAD провести математичне моделювання результатів досліджень зносостійкості відновленого вала водяного насоса.

Література: [1; 2; 8]

Лабораторна робота 1

Створення бази даних ремонту вала водяного насоса

Мета: створити у середовищі Access таблиці «Основні деталі водяного насоса», «Дефекти вала водяного насоса, вимоги до відремонтованої деталі», «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса».

Завдання 1. Створити таблицю «Основні деталі водяного насоса».

Запустити Access: вибрати **Пуск – Программи – MS Office – Microsoft**

Access.

Створити нову БД:

– у вікні Access встановити опцію **Новая база данных** і клацнути кнопку **ОК**.

– у вікні діалогу **Файл новой базы данных** у поле **Имя файла** ввести ім'я створеної БД (наприклад, КР) з розширенням **.mdb**;

– у полі **Тип файла** погодитись із запропонованим – **Базы данных Access**;

– у полі **Папка** ввести назву каталогу (папки), в якому буде зберігатись БД;

– клацнути кнопку **Создать** (буде створено файл БД і відкриється вікно БД);

– у вікні **КР:база данных** вибрати вкладку **Таблицы** і клацнути кнопку

Создать (відкриється вікно діалогу **Новая таблица**);

– у вікні діалогу **Новая таблица** вибрати **Конструктор** і клацнути кнопку **ОК** (щоб потрапити у вікно конструктора таблиці);

– у вікні діалогу **Таблица 1:таблица** у поле **Имя поля** ввести текст «Код деталі» і натиснути **Enter** (курсор автоматично переміститься у другий стовпчик вікна);

– у полі **Тип данных** відкрити список, вибрати **Счётчик** (рис. 1.1) і натиснути **Enter** (курсор переміститься у поле **Описание**);

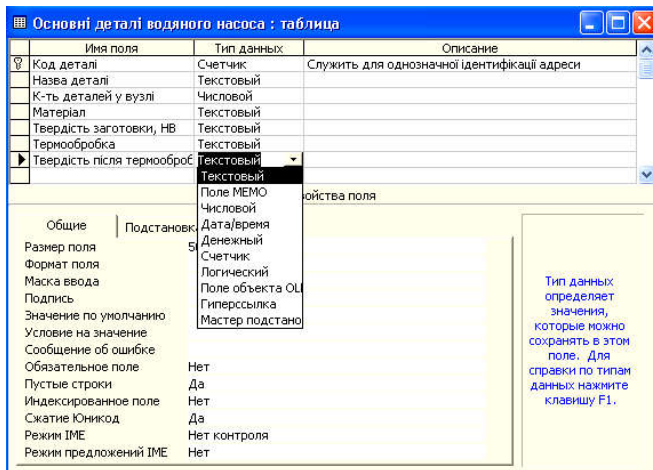



Рис. 1.1 – Створення таблиці «Основні деталі водяного насоса»

– поле «Код деталі» потрібно оголосити ключовим; для цього на панелі інструментів **Конструктор таблиць** клацнути кнопку **Ключевое поле** (зліва від тексту «Код деталі» з'явиться зображення ключа );

– перейти у поле **Описание**, ввести текст «Слугує для однозначної ідентифікації адреси» і натиснути **Enter**;

– послідовно створити інші поля згідно з завданням (див. рис. 1.1);

– зберегти створену таблицю під іменем «Основні деталі водяного насоса», клацнувши **Сохранить** на панелі інструментів.

Після утворення всіх полів і визначення їх властивостей вводять дані у таблицю:

– перейти з режиму конструктора в режим таблиці, клацнувши кнопку **Вид** на панелі інструментів (перша зліва); при цьому вид кнопки зміниться, а повторне її клацання приведе до повернення у вікно конструктора таблиці (рис. 1.2);



Код деталі	Назва деталі	К-ть деталей у вузлі	Матеріал	Твердість заготовки, HB	Термообробка	Твердість після термообробки
1	Вал	1	Сталь 45	241-295	ТВЧ	52..62
2	Корпус підшипників	1	Чавун С-Ч18			
3	Корпус насоса	1	Чавун С-Ч18			
4	Кривльчатка	1				
5	Шків вентилятора	1	Сталь 45			
*	(Счетчик)	0				

Рис. 1.2 – Вікно конструктора таблиці

– так як поле **Счѐтчик** заповнюється автоматично, натиснути **Enter** чи **Tab** для переходу у поле **Назва деталі** (комбінація **Shift + Tab** або клавіші управління курсором дозволяють переміщуватись по полях у зворотному напрямі);

– ввести тест «Вал» (при цьому у полі «Код деталі» слово **Счѐтчик** заміниться цифрою 1 і натиснути **Enter** для переходу в поле **К-ть деталей у вузлі** (перехід в інше поле розцінюється програмою як підтвердження введення, виконаного в попередньому полі, і тому вона автоматично зберігає кожний запис – тобто періодично натискувати кнопку **Сохранить** на панелі інструментів не потрібно);

– ввести інші дані за зразком (рис. 1.2).

Завдання 2. Створити таблицю «Дефекти вала водяного насоса, вимоги до відремонтованої деталі» (рис. 1.3).



Код деталі	№ дефекту	Назва дефекту	Метод чи прилад контролю	Номинальний розмір, мм	Гранично допустимий розмір, мм
1	1	Зношування $\varnothing 17(+0,012 +0,001)$	Штангенциркуль	$\varnothing 17(+0,012 +0,001)$	$\varnothing 16,98$
1	2	Зношування шпонкової канавки	Візуально	4 (+0,045 -0,055)	4,4
1	3	Зношування різьби M14x1,5 6g	Різьбовий крокомір	M14x1,5 6g	
*	0	(Счетчик)			

Рис. 1.3 – Таблиця «Основні деталі водяного насоса»

Таблицю заповнюють наступним чином:

- для поля «Код деталі» тип даних – **числової**, для поля «№ дефекту» – **счетчик**, для інших полів – **текстовий**;
- поле «№ дефекту» оголосити ключовим.

Завдання 3. Створити таблицю «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» (рис. 1.4).

Способи усунення дефекту №1 вала водяного насоса : таблиця									
№ дефекту	№ способу усунення	Спосіб усунення дефекту	Мін d відновл	Мін h нарощен	Макс h нароще	Ма	Відсу	Корп	Обладнання
	1	1 КІБ	1	0,005	0,05	65	Да	Да	ВУ-1Б, ІЕТ, ННВ
	1	2 Наплавлення в СО2	10	0,8	1,2	54	Нет	Нет	УД-209, У-663, ПДПГ-500
	1	3 Вібродугове наплавлення	10	0,3	2	56	Нет	Нет	ОКС-8669, ОКС-1252
	1	4 Хромівання електролітичне	1	0,01	0,4	65	Да	Да	УАГП, АГ-24, АЛГ-433

Рис. 1.4 – Таблиця «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»

Таблицю заповнюють наступним чином:

- для поля «№ дефекту» задають тип даних – **числової**, для поля «№ способу усунення дефекту» – **счетчик**, для інших полів – **текстовий** (рис. 1.4);
- поле «№ способу усунення дефекту» оголосити ключовим.

Література: [3]

Лабораторна робота 2

Визначення оптимального способу ремонту вала водяного насоса

Мета: створити у середовищі Access запити «Способи усунення дефекту № 1 – Обладнання», «Дефекти деталей водяного насоса», «Вибір способу усунення дефекту № 1».

Завдання 1. Створити запит «Способи усунення дефекту № 1 – Обладнання» (вибірка з таблиці «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» способів усунення дефекту і обладнання).

– відкрити БД **КР: база даних**, перейти на вкладку **Запросы** і клацнути кнопку **Создать**;

– у вікні діалогу **Новий запит** вибрати значення **Конструктор** і клацнути кнопку **ОК** (на екрані з'явиться вікно конструктора запитів **Запрос1: запит на вибірку** і вікно вибору таблиць **Добавление таблицы**);

– у вікні **Добавление таблицы** на вкладці **Таблицы** вибрати «Способи усунення дефекту №1 вала водяного насоса», клацнути кнопки **Добавить** і **Закерить** (у вікні **Запрос1: запит на вибірку** з'явиться вікно таблиці «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» із списком її полів – рис. 2.1);

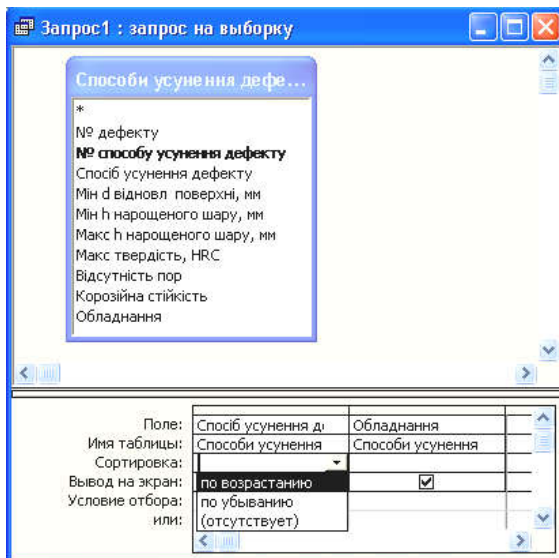


Рис. 2.1 – Вікно таблиці «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»

– двічі клацнути поле «Способ усунення дефекту» (ім'я даного поля переміститься в рядок **Поле** нижньої половини вікна конструктора запитів);

- для впорядкування відібраних записів за алфавітом у рядку **Сортування** клацнути поле «Спосіб усунення дефекту», відкрити список значень і задати сортування даних **по возрастанию** (див. рис. 2.1);
- у другий стовпчик рядка **Поле** вставити ім'я «Обладнання»;
- закрити вікно конструктора запитів; у вікні **Сохранение** присвоїти запиту ім'я «Способи усунення дефекту № 1 – Обладнання» і клацнути кнопку **ОК** – запит створено.

Щоб відкрити запит необхідно:

- у вікні БД на вкладці **Запросы** двічі клацнути ім'я запити «Способи усунення дефекту № 1 – Обладнання» (рис. 2.2).

Спосіб усунення дефекту	Обладнання
Вібродугове наплавлення	ОКС-6559, ОКС-1252
КІБ	ВУ-1Б, ІЕТ, ННВ
Наплавлення в СО2	УД-209, У-653, ПДПГ-500
Хромування електролітичне	УАГП, АГ-24, АЛГ-433

Рис. 2.2 – Запит «Способи усунення дефекту № 1 Обладнання»

Завдання 2. Створити запит «Дефекти деталей водяного насоса» (вибрка з таблиць «Основні деталі водяного насоса» і «Дефекти вала водяного насоса, вимоги до відремонтованої деталі» даних про дефекти деталей водяного насоса):

- у вікні БД клацнути вкладку **Запросы** і кнопку **Создать**;
- у вікні **Новый запрос** вибрати **Конструктор** і клацнути кнопку **ОК**;
- у вікні **Добавление таблицы** двічі клацнути ім'я головної таблиці («Основні деталі водяного насоса»), внаслідок чого вона переміститься в QBE-область (у вікно **Запрос1: запрос на выборку**);
- повторити цю операцію для таблиці «Дефекти вала...» і закрити вікно діалогу **Добавление таблицы**, клацнувши кнопку **Закреть**;
- клацнути правою кнопкою миші лінію-зв'язок між полями «Код деталі» таблиць «Основні деталі...» і «Дефекти вала...» і з контекстного меню вибрати **Параметры объединения** (це поле є ключовим, виділене у списку жирним шрифтом і належить головній таблиці; таблиця «Дефекти вала...» у цьому випадку є підпорядкованою (див. рис. 2.3);
- у вікні діалогу **Параметры объединения** встановити опцію **№2**; при цьому буде встановлено відношення **один-ко-многим** (це означає, що одному запису головної таблиці ставиться у відповідність декілька записів підпорядкованої таблиці: одна деталь може мати декілька дефектів);
- клацнути кнопку **ОК**;
- включити у запит поля «Назва деталі» і «Назва дефекту»;
- присвоїти запиту ім'я «Дефекти деталей водяного насоса» і запустити запит (див. рис. 2.4).

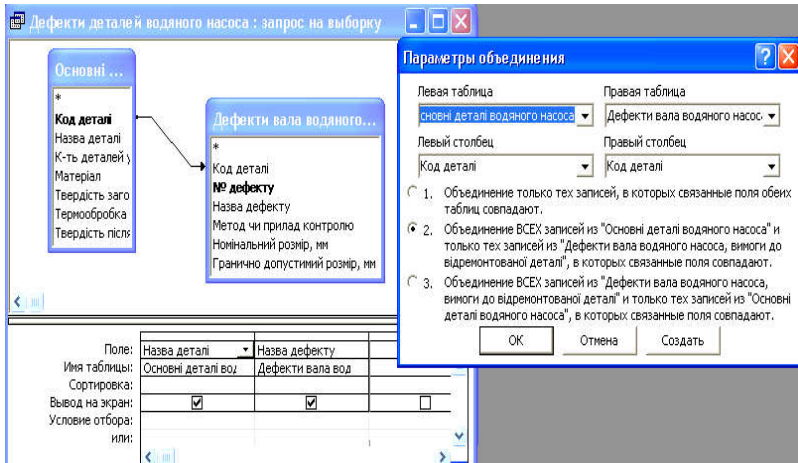


Рис. 2.3 – Таблиця «Дефекти деталей водяного насоса»

	Назва деталі	Назва дефекту
▶	Вал	Зношування Ø17(+0,012 +0,001)
	Вал	Зношування шпонкової канавки
	Вал	Зношування різьби M14x1,5 6g
	Корпус підшипників	
	Корпус насоса	
	Крильчатка	
	Шків вентилятора	
*		

Рис. 2.4 – Запит «Дефекти деталей водяного насоса»

Завдання 3. Створити запит «Вибір способу усунення дефекту № 1» (вибірка з таблиць «Дефекти вала...» і «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» оптимального режиму відновлення дефекту № 1 вала водяного насоса):

- у вікні БД клацнути вкладку **Запрати** і кнопку **Створити**;
- у вікні **Новий запит** вибрати **Конструктор** і клацнути кнопку **ОК**;
- у вікні **Добавление таблицы** двічі клацнути ім'я головної таблиці «Дефекти вала...»;
- повторити цю операцію для таблиці «Способи усунення дефекту № 1...» і закрити вікно діалогу **Добавление таблицы**;
- клацнути правою кнопкою миші лінію-зв'язок між полями «№ дефекту» таблиць і з контекстного меню вибрати **Параметри об'єднання** (див. рис. 2.5);

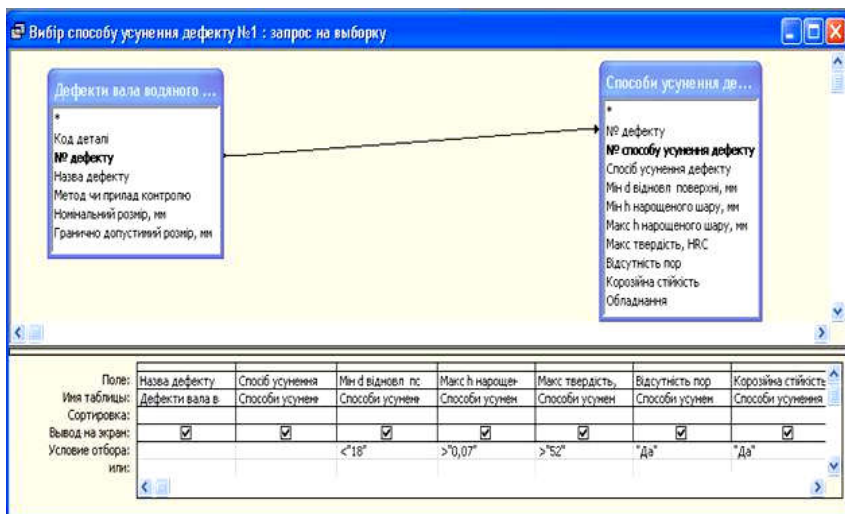


Рис. 2.5 – Встановлення лінії-зв'язка між полями «№ дефекту» таблиць

– у вікні діалогу **Параметри об'єднання** встановити опцію № 2 (одному запису головної таблиці ставиться у відповідність декілька записів підпорядкованої таблиці: один дефект може усуватись багатьма методами) і – клацнути кнопку **ОК**;

– включити в запит поля і умови відбору з рис. 2.5;

– присвоїти запиту ім'я «Вибір способу усунення дефекту № 1» і запустити запит (рис. 2.6).

Вибір способу усунення дефекту №1 : запит на виборку							
	Назва дефекту	Спосіб усунення дефекту	Мін d відновл	Макс h нароще	Макс	Відсутність пор	Короз
▶	Зношування Ø17(+0,012 +0,001)	Хромування електrolітичне	1	0,4	65	Да	Да
*							

Рис. 2.6 – Запит «Вибір способу усунення дефекту № 1»

Література: [3]

Лабораторна робота 3

Створення форм, звітів, кнопочових форм

Мета: створити у середовищі Access форму «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса», звіт «Дефекти деталей водяного насоса», кнопочову форму «Прізвище».

Завдання 1. Створити форму «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»:

– у вікні бази даних **KP: база даних** на вкладці **Форми** клацнути кнопку **Создать**;

– у вікні діалогу **Новая форма** вибрати **Мастер форм** і у вікні діалогу **Создание форм** у списку **Таблицы и запросы:** вибрати **Таблица: Способы усунення дефекту № 1 вала водяного насоса**, а у списку **Доступные поля:** – поля для утворювальної форми (за допомогою кнопки зі стрілкою > перенести усі поля таблиці у список **Выбранные поля**); клацнути кнопку **Далее** (щоб перейти у наступне вікно);

– у другому вікні діалогу **Создание форм** вставити опцію **в один столбец** і клацнути **Далее**;

– у третьому вікні діалогу **Создание форм** задати стиль оформлення **Обычный** і клацнути **Далее**;

– в останньому вікні діалогу ввести заголовок форми «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» і клацнути **Готово** (рис. 3.1).

Рис. 3.1 – Форма «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»

Завдання 2. Створити звіт «Дефекти деталей водяного насоса»:

– у вікні бази даних на вкладці **Отчеты** клацнути кнопку **Создать**; у вікні діалогу **Новый отчет** виділити **Мастер отчетов**, у поле **Выберите в качестве источника данных таблицу или запрос** ввести «Дефекти деталей водяного насоса: запрос на выборку» і клацнути кнопку **ОК**;

– у першому вікні діалогу майстра **Создание отчетов** з поля **Доступные поля** скопіювати поля «Назва деталі» і «Назва дефекту» у поле **Выбранные поля** (рис. 3.2) і клацнути кнопку **Далее**;

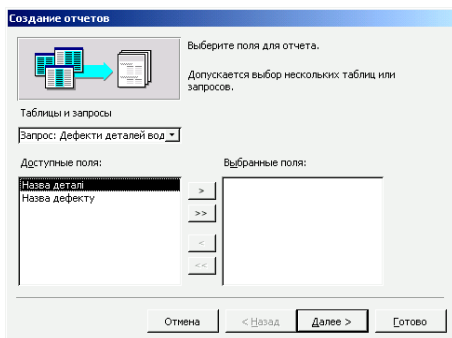


Рис. 3.2 – Копіювання полів «Назва деталі» і «Назва дефекту» у полі Выбранные поля

– у другому вікні діалогу майстра додати рівень групування (рис. 3.3) і клацнути кнопку **Далее**;

– у третьому вікні діалогу майстра визначити спосіб сортування даних у звіті – зі списку **1** вибрати «Назва дефекту» (рис. 3.4) і клацнути кнопку **Далее**;

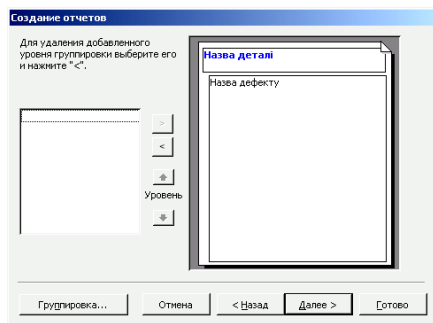


Рис. 3.3 – Додання рівня групування

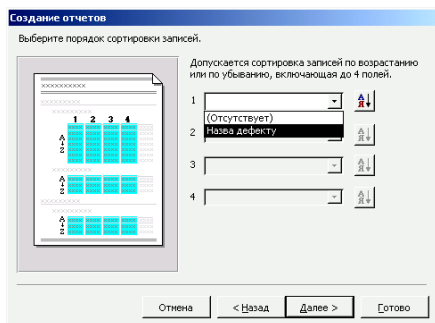


Рис. 3.4 – Визначення способу сортування даних у звіті

– у четвертому вікні діалогу майстра вибрати вид макету для звіту – у полі **Макет** вибрати **Ступенчатый** і орієнтацію сторінок звіту при друкуванні і клацнути **Далее**;

– у п'ятому вікні діалогу майстра вибрати стиль звіту – виділити **Строгий** і клацнути **Далее**;

– в останньому вікні діалогу клацнути кнопку **Готово** (на екрані відобразиться результат роботи майстра звітів) див. рис. 3.5.

Дефекти деталей водяного насоса

Назва деталі	Назва дефекту
Вал	Энцшування $\varnothing 17(+0,012+0,001)$
	Энцшування різьби M14x1,5 бг
	Энцшування цитомсової канавки
Корпус насоса	
Корпус підшипників	
Кришечка	
Шків вентилятора	

Рис. 3.5 – Звіт «Дефекти деталей водяного насоса»

Завдання 3. Створити кнопкову форму:

– у вікні БД активізувати команди **Сервис, Служебные программы, Диспетчер кнопочных форм** (диспетчер форм перевіряє наявність кнопкової форми та таблиці елементів і в разі її відсутності виводить на екран дисплея відповідне вікно повідомлення);

– клацнути кнопку **Да** (на екрані дисплея з’явиться основне вікно **Диспетчер кнопочных форм**, в якому активізувати кнопку **Изменить**);

– у наступному вікні **Изменение страницы кнопочной формы** (рис. 3.6) в полі **Название кнопочной формы** ввести ім’я кнопкової форми – «Prizvishe» і клацнути кнопку **Создать**;

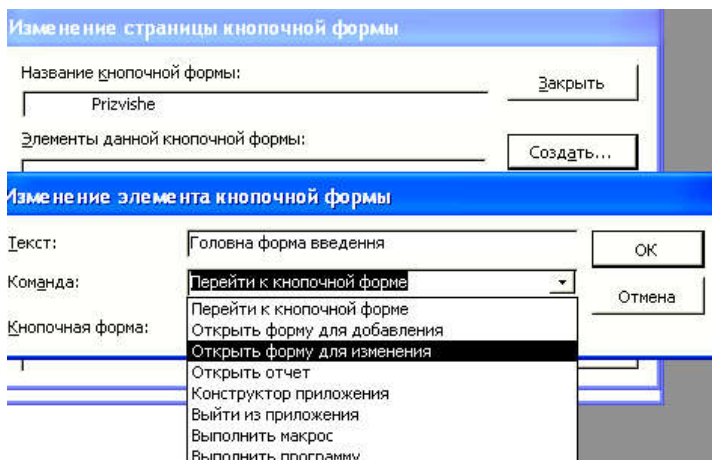


Рис. 3.6 – Введення імені кнопкової форми «Prizvishe»

– у вікні **Изменение элемента кнопочной формы** (див. рис. 3.6) у полі **Текст** ввести текстовий коментар до кнопки – «Головна форма введення», із списку поля **Команда** вибрати потрібну функцію – **Открыть форму для изменения**; третє поле змінюється відповідно до вибраної функції – в наведеному прикладі це поле **Форма**, у списку якого вибрати потрібну форму із БД – наприклад, «Способи усунення дефекту №1 вала водяного насоса», після чого активізувати кнопку **ОК**;

– для створення у формі кнопки відкриття звіту у вікні **Изменение страницы кнопочной формы** (див. рис. 3.6) знову активізувати кнопку **Создать** і виконати дії, аналогічні описаним вище (рис. 3.7);

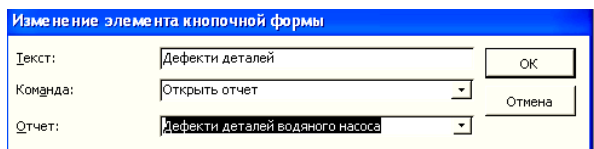


Рис. 3.7 – Створення у формі кнопки відкриття звіту

– кожна кнопкова форма повинна мати кнопку для виходу із додатка, тому у вікні **Изменение страницы кнопочной формы** (див. рис. 3.6) знову активізувати кнопку **Создать** і виконати описані вище дії (рис. 3.8).

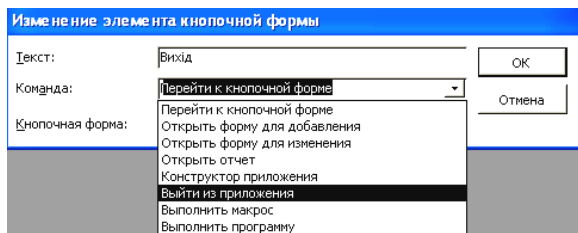


Рис. 3.8 – Створення кнопки для виходу із додатка

Після виконання всіх дій кнопкова форма має вигляд, наведений на рис. 3.9.

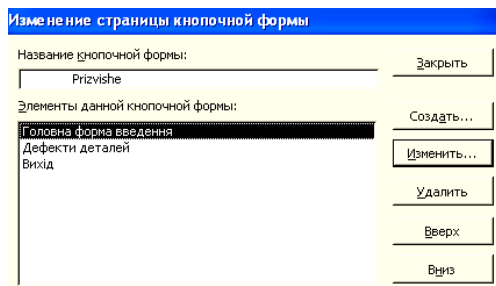


Рис. 3.9 – Вікно Изменение страницы кнопочной формы

Визначити параметри запуску БД:

– у вікні БД вибрати команди **Сервис, Параметры запуска** і у вікні **Параметры запуска** (рис. 3.10) встановити наступні параметри:

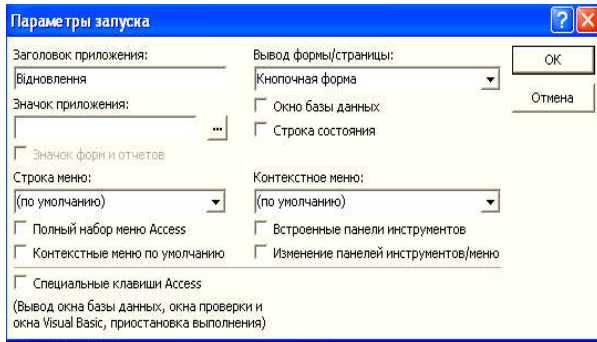


Рис. 3.10 – Вікно Параметры запуска

– у полі **Заголовок приложения** – назву додатка, що з’являється в рядку заголовка (наприклад, «Відновлення»);

– у полі **Значок приложения** – адресу файлу (з розширенням **.ico**), який містить зображення ліворуч від назви додатка;

– у полі **Вывод формы/страницы** – форму, яка буде виводитися на екран дисплея при відкриванні БД (кнопкова форма);

– перемикач **Окно базы данных** – неактивний тоді, коли немає необхідності при запуску створеної форми виводити основне вікно БД;

– перемикач **Строка состояния** – неактивний для того, щоб рядок статусу не виводився при активізації створеного додатка;

– перемикач **Полный набор меню Access** – неактивний для того, щоб унеможливити виведення набору меню Access (у цьому випадку виводиться скорочене меню). Після встановлення параметрів запуску БД при її активізації автоматично завантажується створена форма (рис. 3.11).

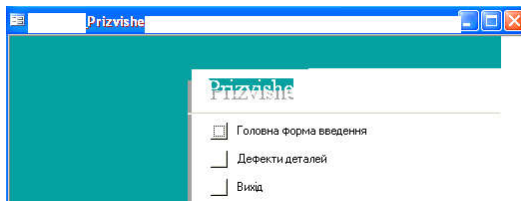


Рис. 3.11 – Кнопкова форма

Для відкривання БД без установлених параметрів – утримувати натиснутою клавішу **Shift**.

Література: [3]

Лабораторна робота 4
Доробка інфологічної і даталогічної схеми БД
для визначення оптимального режиму
відновлення вала водяного насоса

Мета: визначити оптимальний режим хромування в саморегулюючому електроліті ділянки вала під ущільнювальною шайбою.

У процесі концептуального проектування доробляється інфологічна модель БД. Для цього необхідно виділити всі об'єкти БД, зазначити їхні характеристики (атрибути) і встановити зв'язки між об'єктами (табл. 4.1). Мета інфологічного проектування – створити структуровану інформаційну модель предметної області (ПО), для якої розроблятиметься БД.

Таблиця 4.1 – Доробка інфологічної схеми БД

Ненормалізована БД	Перша нормальна форма
Назва_електроліту CrO3 SrSO4 K2SiF6 K2Cr2O7	Таблиця «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД» №_електроліту Назва_електроліту CrO3 SrSO4 K2SiF6 K2Cr2O7
Температура_градС Катодна_щільність_струму Вихід_по_струму_відсотки Швидкість_осадження_хрому	Таблиця «ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ» №_електроліту Температура_градС Катодна_щільність_струму_А_дм2 Вихід_по_струму_відсотки Швидкість_осадження_хрому_мкм_хв
№_електроліту Твердість_HV Зчеплення_відсотки Зношення_мг	Таблиця «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ» №_електроліту Твердість_HV Зчеплення_відсотки Зношення_мг

Логічне проектування полягає у перетворенні інфологічної моделі в даталогічну модель даних, більш детально враховуючу взаємозв'язки між окремими елементами БД. Даталогічний рівень формується з урахуванням специфіки і особливостей конкретної СУБД. На цьому рівні будується спеціальним способом структурована модель ПО, яка відповідає особливостям і об-

меженням вибраної СУБД. Модель логічного рівня, яка підтримується засобами конкретної СУБД, іноді називають даталогічною.

Доробка даталогічної схеми бази даних наведена на рис. 4.1.

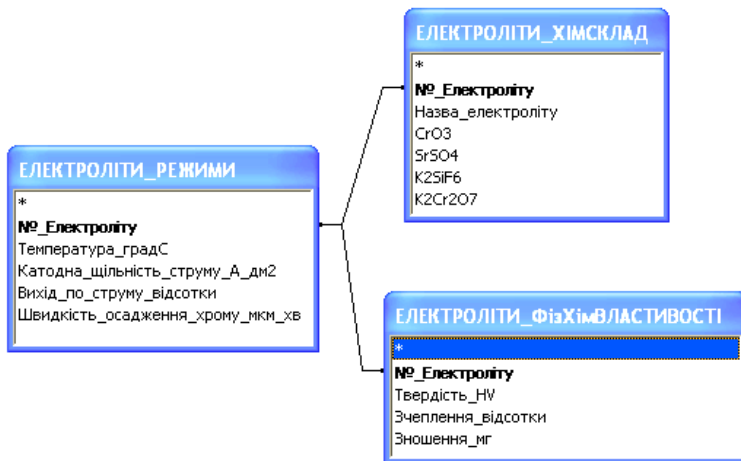


Рис. 4.1 – Доробка даталогічної схеми бази даних

Література: [4]

Лабораторна робота 5

Використання мови структурованих запитів SQL для ремонту вала водяного насоса

Мета: створити керуючий SQL-запит «Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД», SQL-запит на додання «Введення рядка 1 у таблицю ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД», SQL-запити на додання другого і третього записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД», керуючий SQL-запит «Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ» і SQL-запитів на додання записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ», керуючий SQL-запит «Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ» і SQL-запити на додання записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ»;

Завдання 1. Створити керуючий SQL-запит «Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД»:

– відкрити БД **КР: база данных**, перейти на вкладку **Запросы** і клацнути кнопку **Создать**; у вікні діалогу **Новий запрос** вибрати значення **Конструктор** і клацнути **ОК**;

– у вікні **Добавление таблицы** на вкладці **Таблицы** клацнути кнопку **Закрыть** і вибрати **Вид – Режим SQL**;

– ввести наступні оператори:

```
CREATE TABLE ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД
(№_електроліту INTEGER NOT NULL UNIQUE PRIMARY KEY,
Назва_електроліту VARCHAR,
CrO3 VARCHAR,
SrSO4 VARCHAR,
K2SiF6 VARCHAR,
K2Cr2O7 VARCHAR);
```

– вибрати **Запрос – Запуск** (результат виконання запита – рис. 5.1).

№_електроліту	Назва_електроліту	CrO3	SrSO4	K2SiF6	K2Cr2O7
---------------	-------------------	------	-------	--------	---------

**Рис. 5.1 – Керуючий SQL-запит
«Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД»**

Завдання 2. Створити SQL-запит на додання «Введення рядка 1 у таблицю ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД»:

– на вкладці **Запросы** увійти в **Режим SQL i** – ввести наступні оператори:

```
INSERT INTO ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД
VALUES ('1', 'Сульфатний (універсальний)', '250', NULL, NULL, NULL);
```

– вибрати **Запрос – Запуск** (результат виконання запита – рис. 5.2).

№_електроліту	Назва_електроліту	CrO3	SrSO4	K2SiF6	K2Cr2O7
1	Сульфатний (універсальний)	250			

**Рис. 5.2 – SQL-запит на додання
«Введення рядка 1 у таблицю ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД»**

Завдання 3. Створити SQL-запити на додання другого і третього записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД»:

– на вкладці **Запросы** двічі увійти в **Режим SQL i** – ввести наступні оператори:

```
INSERT INTO ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД
VALUES ('2', 'Сульфатно-кремнієфторидний', '230-250', '5,5-6,5',
'18-20', NULL);
```

```
INSERT INTO ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД
VALUES ('3', 'Сульфатно-кремнієфторидний з добавкою біхромату
калію', '175', '6-8', '20', '110');
```

– двічі вибрати **Запрос – Запуск** (результат виконання запити – рис. 5.3).

№_електроліту	Назва_електроліту	CrO3	SrSO4	K2SiF6	K2Cr2O7
1	Сульфатний (універсальний)	250			
2	Сульфатно- кремнієфторидний	230-250	5,5-6,5	18-20	
3	Сульфатно- кремнієфторидний з добавкою біхромату калію	175	6-8	20	110

Рис. 5.3 – Результат виконання SQL-запити на додання другого і третього записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД»

Завдання 4. Створити керуючий SQL-запит «Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ РЕЖИМИ» і SQL-запити на додання записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ» (рис. 5.4).

№_електроліту	Температура_градС	Катод-на_щільність_струму А_дм2	Вихід_по_струму_відсотки	Швидкість_осадження_хрому мкм_хв
1	45-70	50-100	17-24	1,0
2	55-65	40-80	17-22	0,9
3	40-70	30-60	17-20	0,8

Рис. 5.4 – SQL-запит «ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ»

Завдання 5. Створити керуючий SQL-запит «Створення таблиці ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ» і SQL-запити на додання записів у таблицю «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ» (рис. 5.5).

№_електроліту	Твердість HV	Зчеплення_відсотки	Зношення мг
1	1070	75	0,5
2	1230	68	0,35
3	950	78	0,3

Рис. 5.5 – SQL-запит «ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ»

Література: [5]

Лабораторна робота 6

Використання SQL для створення запитів на вибірку

Мета: створити SQL-запити на вибірку «ЕЛЕКТРОЛІТИ», «ОПТИМАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОЛІТ», «РЕЗУЛЬТУЮЧА ТАБЛИЦЯ».

Завдання 1. Створити SQL-запит на вибірку «ЕЛЕКТРОЛІТИ»:

– відкрити БД **КР: база даних**, перейти на вкладку **Запроси** і клацнути кнопку **Создать**;

– у вікні діалогу **Новий запрос** вибрати значення **Конструктор** і **ОК**;

– у вікні **Добавление таблицы** на вкладці **Таблицы** клацнути кнопку

Закреть і вибрати **Вид – Режим SQL**;

– ввести наступні оператори: SELECT

ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД.Назва_електроліту

ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ.Швидкість_осадження_хрому_мкм_хв

ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ.Твердість_HV

ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ.Зчеплення_відсотки

ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ.Зношення_мг

FROM

(ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД

INNER JOIN ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ

ON ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД.№_електроліту=

ЕЛЕКТРОЛІТИ_РЕЖИМИ.№_електроліту)

INNER JOIN ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ

ON ЕЛЕКТРОЛІТИ_ХІМСКЛАД.№_електроліту=

ЕЛЕКТРОЛІТИ_ФізХімВЛАСТИВОСТІ.№_електроліту;

– вибрати **Запрос – Запуск** (результат виконання запита – рис. 6.1).

Назва_електроліту	Швидкість _осадження_ хрому_мкм_хв	Твердість _HV	Зчеплення _відсотки	Зношення _мг
Сульфатний (універсальний)	1,0	1070	75	0,5
Сульфатно-кремнієфторидний	0,9	1230	68	0,35
Сульфатно-кремнієфторидний з добавкою біхромату калію	0,8	950	78	0,3

Рис. 6.1 – SQL-запит на вибірку «ЕЛЕКТРОЛІТИ»

Завдання 2. Створити SQL-запит на вибірку «ОПТИМАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОЛІТ»:

SELECT Назва_електроліту, Зношення_мг

FROM ЕЛЕКТРОЛІТИ

WHERE Зношення_мг =

(SELECT Min (Зношення_мг)

FROM ЕЛЕКТРОЛІТИ);

Результат виконання запита – рис. 6.2.

Назва електроліту	Зношення мг
Сульфатно-кремнієфторидний з добавкою біхромату калію	0,3

Рис. 6.2 – SQL-запит на вибірку «ОПТИМАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОЛІТ»

Завдання 3. Створити SQL-запит на вибірку «РЕЗУЛЬТУЮЧА ТАБЛИЦЯ»:

```

SELECT
    [Деталі].[Назва деталі],
    [Дефекти].[Назва дефекту],
    [ВСУД№1].[Спосіб усунення дефекту],
    [ОптЕ].[Назва_електроліту]
FROM
    [Основні деталі водяного насоса] AS Деталі,
    [Дефекти вала водяного насоса,
    вимоги до відремонтованої деталі] AS Дефекти,
    [Вибір способу усунення дефекту №1] AS ВСУД№1,
    [ОПТИМАЛЬНИЙ ЕЛЕКТРОЛІТ] AS ОптЕ
WHERE
    [Деталі].[Код деталі] = [Дефекти].[Код деталі]
AND
    [Дефекти].[Назва дефекту] = [ВСУД№1].[Назва дефекту];

```

Результат виконання запита – рис. 6.3.

Назва_деталі	Назва_дефекту	Спосіб_усунення_дефекту	Назва_електроліту
Вал	Зношування Ø17 (+0,012 +0,001)	Хромування електролітичне	Сульфатно-кремнієфторидний з добавкою біхромату калію

Рис. 6.3 – SQL-запит на вибірку «РЕЗУЛЬТУЮЧА ТАБЛИЦЯ»

Література: [5]

Лабораторна робота 7

Застосування Visual Basic for Applications

для ремонту вала водяного насоса

Мета: у розробленій БД створити таблицю «Електроліти_Хімсклад1» з використанням об'єкту ADOX; створити з'єднання з БД та отримати інформацію про структуру таблиці «Електроліти_Хімсклад1».

Завдання 1. Створити таблицю «Електроліти_Хімсклад1» з використанням об'єкту ADOX:

– відкрити БД, зі списку **Объекты** вибрати елемент **Модули** і на панелі інструментів клацнути кнопку **Создать** (щоб відкрити вікно текстового редактора Microsoft Visual Basic);

– у рядку меню редактора вибрати **File – Save БД**, у першому вікні збереження об'єкту **Модуль** клацнути **Да**, а у другому – ввести потрібне ім'я модуля (щоб відкрити вікно редагування модуля – двічі клацнути його ім'я у вікні БД).

Щоб отримати можливість звернення до функцій ADOX, потрібно включити у список пошуку зовнішніх бібліотек та об'єктів ActiveX відповідне посилення:

– у вікні редактора **БД – Ім'я модуля (Code)** у рядку меню вибрати **Tools – Referenses**, у вікні діалогу **Referenses** установити прапорець для елемента **Microsoft ADO Ext. 2.1 for DDL and Security** і клацнути **OK**.

Щоб створити таблицю засобами програмного коду:

– у вікні **БД – Ім'я модуля (Code)** ввести текст програми:

Option Compare Database

'Створення таблиці «Електроліти_Хімсклад1»

Sub CreateTable()

'Оголошення змінних Table, Catalog (файл бази даних), Key

Dim Table As New Table

Dim Catalog As New ADOX.Catalog

Dim Key As New ADOX.Key

'Підключення до бази даних VBA1.mdb: повторити текст до фрагмента

Data Source= і ввести шлях до каталогу, _

'в якому знаходиться створювана база даних

Catalog.ActiveConnection = _

«Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data « & _

«Source=D:\VBA1.mdb»

'Введення назви таблиці

Table.Name = «Електроліти_Хімсклад1»

Table.ParentCatalog = Catalog

'Визначення полів таблиці

Table.Columns.Append «№_електроліту», adInteger

Table.Columns.Append «Назва_електроліту», adVarChar

Table.Columns.Append «CrO3», adVarChar

Table.Columns.Append «SrSO4», adVarChar

Table.Columns.Append «K2SiF6», adVarChar

```

Table.Columns.Append «K2Cr2O7», adVarChar
'Додання створеної таблиці у каталог Catalog
Catalog.Tables.Append Table
'Визначення первинного ключа і додання його у таблицю
Key.Name = «№_електроліту»
KeyType = adKeyPrimary
Key.Columns.Append «№_електроліту»
Catalog.Tables(«Електроліти_Хімсклад1»).Keys.Append Key, kyPrimary
'Закриття поточного з'єднання з каталогом
Set Catalog.ActiveConnection = Nothing
End Sub
'Щоб програма запустилась – зберегти БД

```

Щоб запустити програму на виконання:
– у рядку меню редактора вибрати **Run – Run Sub/UserForm**.

```

'Циклічне введення даних у таблицю 1
Sub InputData()
Dim Connection As New ADODB.Connection
Dim Catalog As New ADOX.Catalog
Dim RecordSet As New ADODB.RecordSet
Dim Field As Field
Connection.Open «Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0; Data
Source=D:\VBA1.mdb»
Set Catalog.ActiveConnection = Connection

RecordSet.Open «Електроліти_Хімсклад1», Catalog.ActiveConnection,_
adOpenDynamic, adLockBatchOptimistic
RecordSet.Fields.Refresh

Dim Temp As String
'Зовнішній цикл Do While...Loop, внутрішній цикл For Each...Next
'Зовнішній цикл Do While (1) відкриває нескінченний цикл
Do While (1)
RecordSet.AddNew
For Each Field In RecordSet.Fields
If (Field.Name <> «№_електроліту») Then
Temp = InputBox(«Ввести значення поля» & Field.Name & _
«(Q=Вихід) :», Field.Name)
If (Temp = «Q») Then Exit For
Field.Value = Temp
End If
Next
If (Temp = «Q») Then
Exit Do
Else
RecordSet.Update
End If
Loop
RecordSet.Close
Set RecordSet = Nothing
Set Catalog = Nothing
Connection.Close
Set Connection = Nothing
End Sub

```

```

'Циклічне введення даних у таблицю2
Sub InputData()
Dim Connection As New ADODB.Connection
Dim Catalog As New ADOX.Catalog
Dim RecordSet As New ADODB.RecordSet
Dim Field As Field
Connection.Open «Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0; Data
Source=D:\VBA1.mdb»
Set Catalog.ActiveConnection = Connection
RecordSet.Open «Електроліти_Хімсклад1», Catalog.ActiveConnection, _
adOpenDynamic, adLockBatchOptimistic
RecordSet.Fields.Refresh

```

‘Оголошення символічної змінної Temp для зберігання результатів введення

```

Dim Temp As String
'Зовнішній цикл Do While...Loop
'Інструкція Do While (1) відкриває нескінченний цикл
Do While (1)
RecordSet.AddNew
'Внутрішній цикл For Each...Next
For Each Field In RecordSet.Fields
Temp = InputBox(«Ввести значення поля» & « & Field.Name & _
« & «(Q=Вихід):», Field.Name)
If (Temp = «Q») Then Exit For
Field.Value = Temp
Next
If (Temp = «Q») Then
Exit Do
Else
RecordSet.Update
End If
Loop
RecordSet.Close
Set RecordSet = Nothing
Set Catalog = Nothing
Connection.Close
Set Connection = Nothing
End Sub

```

Завдання 2. Створити з’єднання з БД та отримати інформацію про структуру таблиці «Електроліти_Хімсклад1»:

– у вікні **БД – Ім’я модуля (Code)** ввести текст програми:

```

'Відкриття таблиці та відображення даних про її структуру
Sub DisplayFields()
'Оголошення об’єктів стандартних класів Connection, Catalog, Key,
RecordSet, Field, розроблених Microsoft
Dim Connection As New ADODB.Connection
Dim Catalog As New ADOX.Catalog
Dim Key As New ADOX.Key
Dim RecordSet As New ADODB.RecordSet
Dim Field As Field

```

```

'Відкриття з'єднання з базою даних БД.mdb: повторити текст до фраг-
мента Data Source= і ввести шлях до каталогу, _
'в якому знаходиться створювана база даних
Connection.Open «Provider = Microsoft.Jet.OLEDB.4.0; Data
Source=D:\БД.mdb»
Set Catalog.ActiveConnection = Connection
'Інструкція безпосереднього відкриття таблиці
RecordSet.Open «Електроліти_Хімсклад1», Catalog.ActiveConnection,
adOpenKeyset
'Виконання команди Refresh гарантує отримання актуальних даних
RecordSet.Fields.Refresh
'Циклічна конструкція For Each... Next
For Each Field In RecordSet.Fields
'Вивід даних про найменування поля, його тип, розмір
Debug.Print Field.Name & «, « & Field.Type & «, « & Field.ActualSize
Next
'Операції очистки та вилучення об'єктів БД (об'єкти набору даних та
з'єднання закриваються командами Close)
RecordSet.Close
'Інструкції присвоювання визначеного значення Nothing здійснюють
повернення виділеним змінним фрагментів пам'яті _
'у загальну область динамічно розподіленої пам'яті
Set RecordSet = Nothing
Set Catalog = Nothing
Connection.Close
Set Connection = Nothing
End Sub
'Щоб побачити результати – вибрати View – Immediate Window

```

Література: [6; 7]

Лабораторна робота 8

Застосування макросів для ремонту вала водяного насоса

Мета: у розробленій БД створити макрос «Відкриття1» для одночасного відкриття необхідних документів (таблиці «Основні деталі водяного насоса», запиту «Дефекти деталей водяного насоса», форми «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»); створити макрос «Відкриття2» (для внесення змін у макрос «Відкриття1» – зменшити розміри деяких вікон БД до розміру кнопки); зв'язати макрос «Відкриття1» з відкриттям БД; автоматизувати процес пошуку; зв'язати з кнопкою макрос, який виділяє активний запис форми «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» і копіює її у буфер обміну.

Завдання 1. Створити макрос «Відкриття1» для одночасного відкриття необхідних документів (таблиці «Основні деталі водяного насоса», запиту «Дефекти деталей водяного насоса», форми «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»):

- відкрити БД і клацнути вкладку **Макросы** і кнопку **Создать** (щоб відкрити вікно конструктора макроса);
- вибрати **Окно – Слева направо** (щоб на екрані відображалось і вікно БД, і вікно макроса);
- у вікні БД клацнути вкладку **Таблицы**, виділити «Основні деталі водяного насоса», перемістити її мишею у вікно макроса і розмістити у першій комірці стовпчика **Макрокоманда** (у полі з'явиться макрокоманда **Открыть таблицу** – рис. 8.1; отже у макрос включається операція відкриття таблиці «Основні деталі водяного насоса»);

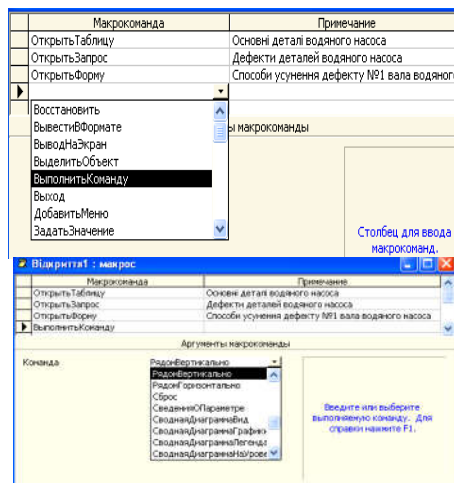


Рис. 8.1 – Макрокоманда Открыть таблицу

- у стовпчик **Примечание** ввести «Основні деталі водяного насоса» і натиснути **Enter** (щоб перейти у другий рядок стовпчика **Макрокоманда**);
 - повторити ці дії для усіх об'єктів, які потрібно відкрити (запит «Дефекти деталей водяного насоса», форму «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»), див. рис. 8.1);
 - клацнути наступну вільну комірку стовпчика **Макрокоманда**, відкрити список доступних макрокоманд і виділити **Виконати команду** (див. рис. 8.1);
 - в області **Аргументи макрокоманды** активізувати поле **Команда** і вибрати у списку **РядомВертикально (TileVertically)**, див. рис. 8.1 (щоб включити у макрокоманду операцію поділу екрана у випадку відкриття декількох вікон);
 - вибрати **Файл – Сохранить** і зберегти макрос під іменем «Відкриття1».
- Запустити макрос:
- вибрати **Сервис – Запуск макроса** і в однойменному вікні діалогу клацнути **ОК**.

Завдання №2. Створити макрос «Відкриття2» (для внесення змін у макрос «Відкриття1» – зменшити розміри деяких вікон БД до розміру кнопки):

- відкрити вікно конструктора макроса «Відкриття1», виділити рядок **Открыть запрос** і вибрати **Вставка – Строки** (щоб перед цим рядком вставився порожній рядок);
- у поле **Макрокоманда** цього рядка вставити команду **Свернуть** – рис. 8.2 (щоб вікно таблиці «Основні деталі водяного насоса» згорталось до кнопки) і повторити ці дії для згортання вікна запиту «Дефекти деталей водяного насоса»;
- зберегти макрос під іменем «Відкриття2» і запустити його.

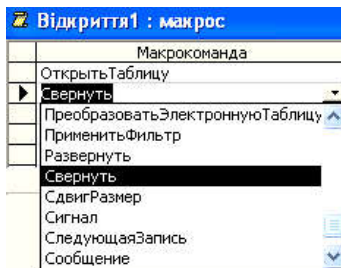


Рис. 8.2 – Вставка команди Свернуть

Завдання 3. Зв'язати макрос «Відкриття1» з відкриттям БД:

- у вікні БД виділити макрос «Відкриття1», вибрати **Правка – Переименовать** і присвоїти цьому макросу нове ім'я «AutoExec» (макрос з таким іменем автоматично виконується при завантаженні БД).

При кожному відкритті БД Access перевіряє наявність у ній макросу «AutoExec» і, якщо знаходить, виконує його. В середині однієї БД можна використати тільки один макрос «AutoExec».

Щоб перевірити працездатність макросу «AutoExec»:

– закрити БД, а потім відкрити її (макрос «AutoExec» не виконується, якщо перед відкриттям БД натиснути і утримувати **Shift**).

Завдання 4. Автоматизувати процес пошуку (наприклад, у формі «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» знайти спосіб «Хромування електролітичне») за допомогою макросу:

- у вікні БД клацнути вкладку **Макросы**, кнопку **Создать** і вибрати **Окно – Слева направо**;
- у вікні БД клацнути вкладку **Формы** і перемістити форму «Способи усунення дефекту №1 вала водяного насоса» у вікно макросу у першу комірку поля **Макрокоманда** (з’явиться напис **Открыть Форму**); у поле **Примечание** ввести «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»;
- для другого поля вибрати макрокоманду **К Элементу Управления** (рис. 8.3);
- для аргументу **Имя элемента** установити значення **Спосіб усунення дефекту** (для задання елемента форми, серед значень якого буде здійснюватись пошук);
- активізувати наступне поле, вибрати макрокоманду **Найти запись** і в області **Аргументы макрокоманды** у поле **Образец поиска** ввести потрібний спосіб «Хромування електролітичне», а для інших аргументів встановити значення з рис. 8.3;

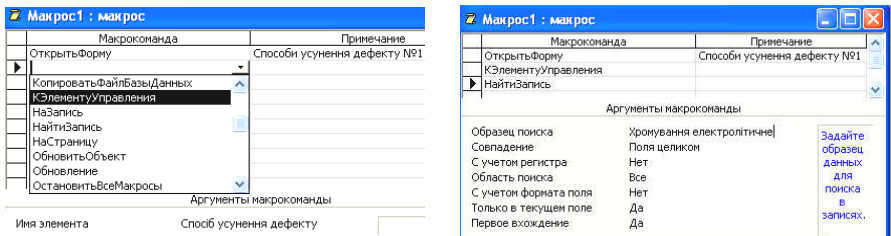


Рис. 8.3 – Встановлення значень аргументів

– зберегти макрос під іменем «Пошук» і запустити його (програма відкріє форму, зробить пошук і виділить знайдене значення).

Завдання 5. Зв’язати з кнопкою макрос, який виділяє активний запис форми «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса» і копіює її у буфер обміну:

- створити макрос «Копіювання запису», який складається з макрокоманд **Выполнить Команду** (аргумент **Select Record**) і **Выполнить Команду** (аргумент **Сору** – див. рис. 8.4);
- зберегти макрос і закрити його вікно;
- відкрити форму «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса», активізувати режим конструктора, вибрати **Окно – Слева направо**;

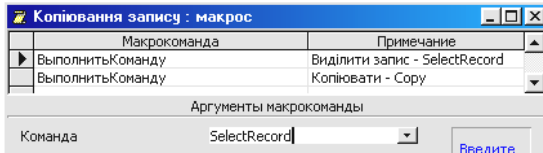


Рис. 8.4 – Введення макрокоманд

– у вікні БД виділити макрос «Копіювання запису» і перемістити його в область заголовка проекту форми (рис. 8.5); переміщують кнопку маніпулятором у лівому верхньому кутку маркірувальної рамки; ім'я макросу автоматично з'являється всередині кнопки; редагують напис після клацання кнопки; виходять з режиму редагування клацанням за межами кнопки;

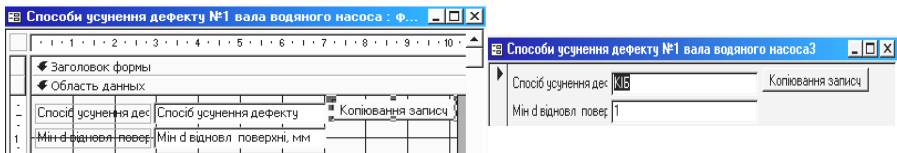


Рис. 8.5 – Переміщення макросу в область заголовка проекту форми

– закрити вікно конструктора форми «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса», відкрити форму (рис. 8.6), клацнути кнопку «Копіювання запису».

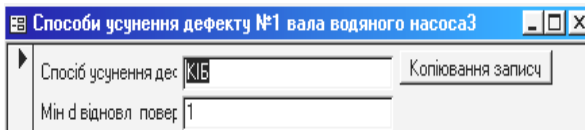


Рис. 8.6 – Форма «Способи усунення дефекту № 1 вала водяного насоса»

– відкрити, наприклад, документ Word і вибрати **Правка – Вставить** (запис активної форми вставиться у документ – рис. 8.7).

Спосіб усунення дефекту	Мін. d відновлення поверхні	Мін. h нарощеного шару, мм	Макс. h нарощеного шару, мм	Макс. твердість, HRC	Відсутність пор	Корозійна стійкість	Обладнання
КІБ	1	0,005	0,05	65	Да	Да	ВУ-1Б, ІЕТ, ННВ

Рис. 8.7 – Запис активної форми

Література: [3; 4]

Лабораторна робота 9

Математичне моделювання результатів досліджень зносостійкості відновленого вала водяного насоса у середовищі MathCAD

Мета: лінійна та поліноміальна апроксимація за методом найменших квадратів даних зносостійкості вала водяного насоса.

Теоретичні відомості

Формулювання задачі наближення функції. При експериментальних дослідженнях часто досліджувану систему піддають впливу будь-якого збуджуючого фактора і виявляють, яким чином система «відгукується» на збудження. Отже, з позицій математики це означає вивчення ряд вимірів величини y при різних значеннях величини x та вивчення функціональної залежності $y = f(x)$. В загальному випадку або сам вигляд функції $f(x)$ є невідомим, або невідомими є параметри цієї функції, якщо її вигляд є відомим з деяких теоретичних міркувань.

Задачу про наближення (апроксимацію) функції можна сформулювати таким чином: замість невідомої функції $f(x)$ необхідно підібрати іншу функцію $\phi(x)$, яка б найкращим чином наближалась до $f(x)$, тобто відхилення $\phi(x)$ від $f(x)$ в заданій області було найменшим. Функція $\phi(x)$ при цьому має назву апроксимуючої функції.

На практиці досить важливим випадком є апроксимація функції степеневим багаточленом (9.1):

$$\phi(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^m. \quad (9.1)$$

Якщо максимальна степінь багаточлена дорівнює 1, то апроксимуючий вираз є рівнянням прямої лінії.

Розв'язати задачу поліноміальної апроксимації означає підібрати такі значення коефіцієнтів багаточлена, при яких забезпечується найменше відхилення багаточлена від істинної функції $f(x)$.

Якщо наближення функції здійснюється на заданій дискретній множині точок, то апроксимація має назву точкової.

У залежності від того, що саме розуміти під терміном «відхилення багаточлена від істинної функції», можна відокремити деякі типи точкової апроксимації.

Одним із засобів типів точкової апроксимації є інтерполяція, суть якої полягає в тому, що для даної функції $y = f(x)$ будується багаточлен (9.1), який приймає в заданих точках x_i такі самі значення y_i , що і функція $f(x)$, тобто (9.2):

$$\phi(x_i) = y_i, \quad (9.2)$$

де $i = 0, 1, \dots, n$.

При цьому передбачається, що серед значень x_i немає однакових. Точки x_i при цьому мають назву вузлів інтерполяції, а багаточлен $\phi(x)$ – інтерполяційним багаточленом.

Експериментальні дані завжди містять похибки вимірювань. У багатьох випадках недоцільно підбирати таку апроксимуючу функцію, графік якої б проходив через усі експериментальні точки. Навпаки, такий графік повинен по можливості максимально «згладжувати» похибки експерименту. Тому більш розповсюдженим різновидом наближення функцій, коли мова йде про аналіз експериментальних даних, є апроксимація за методом найменших квадратів.

Суть метода найменших квадратів полягає в наступному. Якщо всі виміри значень функції $y_1, y_2, y_3, \dots, y_N$ проведені з однаковою точністю, то оцінки параметрів $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ апроксимуючої функції $\phi(x)$ визначаються з умови, щоб сума квадратів відхилень вимірених значень y_k від розрахункових значень $\phi(x_k; a_0, a_1, a_2, \dots, a_n)$ приймала найменше значення (9.3):

$$S = \sum_{k=1}^N (y_k - \phi(y_k, a_0, a_1, \dots, a_n))^2 \rightarrow \min. \quad (9.3)$$

Знаходження параметрів лінійної функції. Поширеним випадком апроксимації є апроксимація дискретного набору точок, одержаного з експерименту, функцією $y = a + bx$. Наприклад, у фотометрії одержують залежність оптичної густини розчину A_i від концентрації досліджуваної речовини c_i в серії стандартних розчинів. З теоретичних міркувань випливає, що залежність A від c при вибраній довжині хвилі є лінійною у відповідності із законом Бугера–Ламберта–Бера: $A = \epsilon cl$. Знаючи товщину кювети l , експериментатор має змогу визначити молярний коефіцієнт світлопоглинання. Але, враховуючи наявність похибки експерименту, через експериментально одержані точки необхідно вірно провести пряму лінію. Важливість цієї операції ще зростає, якщо побудований графік буде потім використовуватися як градувальник.

Розглянемо можливі засоби визначення параметрів a і b рівняння прямої лінії (без їх подальшого статистичного аналізу).

Порядок виконання роботи

Завдання 1. Визначити параметри лінійного рівняння a і b для набору вихідних даних y_i , розміщених в масиві **DATA**.

а) розрахунок через мінімізацію суми квадратів відхилень (9.4):

$$\text{DATA} := \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 & 22 \\ 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 & 88 & 97 & 105 & 112 & 120 \end{pmatrix}^T \quad \begin{array}{l} \leftarrow \text{значення } x_i \\ \leftarrow \text{значення } y_i \end{array} \quad (9.4)$$

У нульовому стовпчику масиву **DATA** містяться значення x_i , причому, як бачимо, ці значення розташовані у масиві неупорядковано. При обробці подібних масивів рекомендується попередньо упорядкувати дані у них, тобто розташувати значення x_i в порядку їх зростання. Звичайно, при такому сортуванні не повинен порушуватися порядок відповідності значень x_i, y_i . Використаємо для сортування даних вбудовану функцію **csort**, яка розташує в порядку зростання значення елементів вибраного стовпчика. При цьому елементи іншого стовпчика автоматично перенесуться у відповідні рядки (9.5):

$$\begin{array}{l} \text{SORT_DATA_X} := \text{csort}(\text{DATA}, 0) \\ \text{SORT_DATA_X}^T = \end{array} \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline 0 & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 & 22 \\ \hline 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 & 88 & 97 & 105 & 112 & 120 \\ \hline \end{array} \quad (9.5)$$

Розбиваємо масив **SORT_DATA_X** на окремі вектори **X** та **Y** та визначаємо допоміжну змінну **i** (9.6):

$$\text{X} := \text{SORT_DATA_X}^{\langle 0 \rangle} \quad \text{Y} := \text{SORT_DATA_X}^{\langle 1 \rangle} \quad i := 0.. \text{rows}(\text{X}) - 1 \quad (9.6)$$

Визначаємо апроксимуючу функцію у вигляді рівняння прямої лінії (9.7):

$$F(a, b, x) := a + b \cdot x \quad (9.7):$$

Визначаємо змінну **S** (суму квадратів відхилень – 9.8):

$$S(a, b) := \sum_i (F(a, b, X_i) - Y_i)^2 \quad (9.8)$$

Необхідно визначити такі значення параметрів a і b , при яких $S(a, b)$ має мінімальне значення. В ідеальному випадку, коли всі точки лежать на одній прямій, сума квадратів відхилень дорівнює нулю. Отже, можна задатися цією умовою та сформувані відповідний розрахунковий блок **Given...Minerr** (9.9):

$$\begin{array}{l} a := 1 \quad b := 1 \quad \text{привласнення значень початковим наближенням} \\ \text{Given} \quad S(a, b) = 0 \quad \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} := \text{Minerr}(a, b) \quad \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 21.205 \\ 4.724 \end{pmatrix} \end{array} \quad (9.9)$$

Отже, отримані значення параметрів рівняння прямої лінії, що найкращим чином (з позицій метода найменших квадратів) описує вихідні дані.

З урахуванням отриманих значень визначимо апроксимуючу функцію та припишемо їй діапазон змінення значень, який відповідає діапазону значень x ; у векторі X (9.10):

$$y(x) := a + b \cdot x \quad x := \min(X), \min(X) + \frac{\max(X) - \min(X)}{100} \dots \max(X) \quad (9.10)$$

Нанесемо на графік вихідні дані у вигляді окремих точок одночасно з прямою лінією, параметри якої нами розраховані (рис. 9.1);

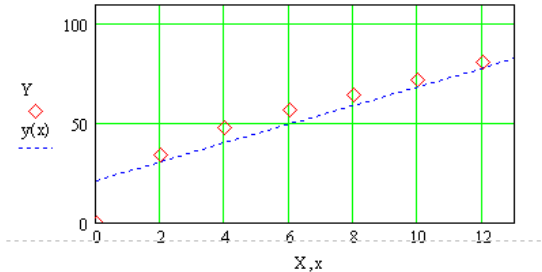


Рис. 9.1 – Зносостійкість відновленого вала водяного насоса, апроксимованого лінійним рівнянням

б) розрахунок через застосування вбудованих функцій **intercept** та **slope**.

Попередній розв’язок, крім визначення параметрів рівняння прямої лінії, насамперед мав за мету продемонструвати головну ідею методу найменших квадратів. Власне, реалізація методу здійснена за рахунок можливостей функції **Minerr**. Простішим є розв’язок із застосуванням функцій **intercept**, **slope**.

З аналітичної геометрії відомо, що геометричним змістом параметрів **a** і **b** є, відповідно, відрізок, що відсікається по осі ординат (англ. – **intercept**) та нахил (**slope**) лінії до осі ординат. Отже, якщо вихідні дані знаходяться в векторах **X**, **Y** та існують підстави вважати, що **Y** знаходиться в лінійному зв’язку з **X**, то:

– **intercept(vx,vy)** повертає значення вільного члена **a** (величини відрізка, що відсікає пряма по осі ординат);

– **slope(vx,vy)** повертає значення нахилу прямої до осі абсцис.

Застосовуємо ці функції для даної задачі (9.11).

$$a1 := \text{intercept}(X, Y) \quad \boxed{a1 = 21.205} \quad b1 := \text{slope}(X, Y) \quad \boxed{b1 = 4.724} \quad (9.11)$$

Як бачимо, отримано такі самі результати, як і в п. а).

Мірою тісноти лінійного зв’язку між величинами **x** та **y** може слугувати величина коефіцієнта кореляції, яку можна обчислити із застосуванням функції **corr(vx, vy)**. Чим ближче коефіцієнт кореляції до 1 (або до -1 у випадку негативного кута нахилу), тим більш впевнено можна вказати на лінійну кореляцію між величинами векторів (9.12).

$$\text{corr}(X, Y) = 0.97482 \quad (9.12)$$

Апроксимація степеневими поліномами. Будь-який масив експериментальних даних можна описати й іншими видами апроксимуючих функцій. Якщо апроксимуючою функцією є степеневий поліном, то маємо випадок поліноміальної апроксимації.

У свою чергу, поліноміальна апроксимація у середовищі MathCAD може бути реалізована декількома шляхами.

Завдання 2. Розглянутий у завданні 1 масив даних **DATA_SORT_X** апроксимувати поліномом другого ступеня $y = a + bx + cx^2$, тобто підібрати такі значення параметрів **a, b, c**, щоб забезпечувався мінімум суми квадратів відхилень розрахованих значень полінома від дослідних значень.

a) розв’язок з використанням розв’язуючого блоку (9.13):

$$\text{SORT_DATA_X}^T = \begin{array}{c|cccccccccccc} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \\ \hline 0 & 0 & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 14 & 16 & 18 & 20 \\ 1 & 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 & 88 & 97 & 105 & 112 \end{array} \quad (9.12)$$

$X := \text{SORT_DATA_X}^{(0)} \quad Y := \text{SORT_DATA_X}^{(1)} \quad n := \text{rows}(X) - 1$

Загальний хід розрахунків виконуємо аналогічно завданню 1, а за формулами (9.2–9.10). Результат виконання – (9.13–9.14).

$$y2(a, b, c, x) := a + b \cdot x + c \cdot x^2 \quad a := a1 \quad b := b1 \quad c := 1$$

Given

$$\sum_{j=0}^n [(y2(a, b, c, X_j) - Y_j)]^2 = 0 \quad a2 := \text{Minim}(a, b, c) \quad a2 = \begin{pmatrix} 12.148 \\ 7.441 \\ -0.124 \end{pmatrix} \quad (9.13)$$

$$y2(x) := a2_0 + a2_1 \cdot x + a2_2 \cdot x^2 \quad y1(x) := a1 + b1 \cdot x \quad x := 0..14 \quad (9.14)$$

Зносостійкість відновленого вала водяного насоса, апроксимованого поліномом другого ступеня $y = a + bx + cx^2$ наведена на рис. 9.2.

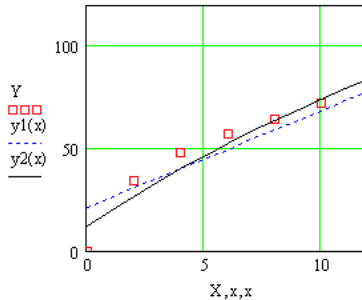


Рис. 9.2 – Зносостійкість відновленого вала водяного насоса, апроксимованого поліномом другого ступеня $y = a + bx + cx^2$

Незручність розрахункового блоку полягає в тому, що для параметрів **a**, **b**, **c** необхідно задавати початкові наближення. Значення початкових наближень для параметрів **a** і **b** були побудовані на основі попередньої апроксимації рівнянням прямої лінії. Для параметра **c** було використане формальне значення, яке дорівнює одиниці. В загальному випадку, особливо коли необхідно знайти велику кількість параметрів апроксимації, використання блоку **GIVEN...MINERR** може викликати труднощі, пов'язані з відсутністю інформації про коректні значення початкових наближень. Тому для проведення поліноміальної апроксимації необхідно мати надійніші засоби;

б) застосування для поліноміальної апроксимації матричних операторів.

Очевидно, що задача апроксимації вихідного набору даних поліномом другого ступеня зводиться до розв'язання наступної системи рівнянь (9.15):

$$\begin{aligned}
 a \cdot (X_0)^0 + b \cdot (X_0)^1 + c \cdot (X_0)^2 &= Y_0 \\
 a \cdot (X_1)^0 + b \cdot (X_1)^1 + c \cdot (X_1)^2 &= Y_1 \\
 a \cdot (X_2)^0 + b \cdot (X_2)^1 + c \cdot (X_2)^2 &= Y_2 \\
 &\dots \\
 \text{rows}(X) = 12 \quad a \cdot (X_{11})^0 + b \cdot (X_{11})^1 + c \cdot (X_{11})^2 &= Y_{11}
 \end{aligned} \tag{9.15}$$

Ця система є перевизначеною, тому для неї можна застосувати алгоритм розв'язання із застосуванням співвідношень матричної алгебри. Необхідно тільки коректно сформувати матрицю коефіцієнтів при невідомих **a**, **b**, **c** (9.16).

$$i := 0.. \text{rows}(X) - 1 \tag{9.16}$$

$$N_{i,0} := 1 \quad N^{(1)} := X \quad N^{(2)} := X^2 \quad \text{— формування матриці коефіцієнтів.}$$

Отже, одержані такі самі значення коефіцієнтів апроксимації, але розв'язок не потребував початкових наближень (9.17).

$$a2 := (N^T \cdot N)^{-1} \cdot N^T \cdot Y \quad a2 = \begin{pmatrix} 12.148 \\ 7.441 \\ -0.124 \end{pmatrix} \tag{9.17}$$

Цей підхід можна використати і при апроксимації поліномами вищих ступенів. Якщо вихідний масив описувати кубічною параболою, тобто поліномом $y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$, достатньо модифікувати наведений масив **N**, додавши до нього стовпчик, який містить куби елементів вектора **X** (9.18):

$$N^{(3)} := X^3 \quad a3 := (N^T \cdot N)^{-1} \cdot N^T \cdot Y \quad a3 = \begin{pmatrix} 12.148 \\ 7.441 \\ -0.124 \end{pmatrix} \tag{9.18}$$

$$y3(x) := a3_0 + a3_1 \cdot x + a3_2 \cdot x^2 + a3_3 \cdot x^3$$

Відповідно, степінь полінома можна підвищити. Зокрема, коефіцієнти полінома 7 степені можуть бути обчислені через додавання відповідних стовпчиків матриці коефіцієнтів (9.19):

$$N^{(4)} := X^4 \quad N^{(5)} := X^5 \quad N^{(6)} := X^6 \quad N^{(7)} := X^7 \quad a7 := (N^T \cdot N)^{-1} \cdot N^T \cdot Y$$

$$a7^T = (-4.369 \times 10^{-4} \quad 26.276 \quad -6.192 \quad 0.917 \quad -0.079 \quad 4.002 \times 10^{-3} \quad -1.096 \times 10^{-4} \quad 1.25 \times 10^{-6}) \quad (9.19)$$

$$y7(x) := a7_0 + a7_1 \cdot x + a7_2 \cdot x^2 + a7_3 \cdot x^3 + a7_4 \cdot x^4 + a7_5 \cdot x^5 + a7_6 \cdot x^6 + a7_7 \cdot x^7 \quad x := 1, 1.1 \dots 12.5$$

Апроксимуючу функцію $y7(x)$ можна виразити компактніше (9.20):

$$y7(x) := \sum_{j=0}^7 a7_j \cdot x^j \quad (9.20)$$

Зносостійкість відновленого вала водяного насоса, апроксимованого поліномом 7 ступеня, наведена на рис. 9.3.

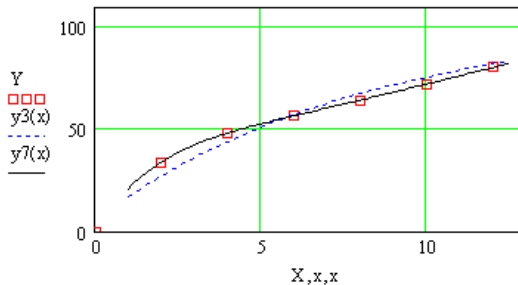


Рис. 9.3 – Зносостійкість відновленого вала водяного насоса, апроксимованого поліномом 7 ступеня

Якщо обчислити суми квадратів відхилень, які мають місце при різних ступенях апроксимуючого полінома (9.21).

$$\sum_i (y1(x_i) - Y_i)^2 = 668.023 \quad \sum_i (y2(x_i) - Y_i)^2 = 342.309 \quad \sum_i (y3(x_i) - Y_i)^2 = 144.154$$

$$\sum_i (y7(x_i) - Y_i)^2 = 1.143 \quad (9.21)$$

то можна побачити, що підвищення степені сприяє зменшенню суми квадратів відхилень значень апроксимуючої функції від вихідних дослідних даних. З наведених прикладів випливає, що з цієї точки зору поліном 7 степеня найкращим чином описує аналізований масив даних. Однак, слід відзначити, що при використанні поліномів високих ступенів для апроксимації конкретних досліджуваних систем може статися ситуація, коли поліном неадекватно описує експериментальні дані.

При високих ступенях апроксимуючого багаточлена розраховані дані починають повторювати похибки експерименту. Тому сума квадратів відхилень при цьому вже є недостатнім критерієм адекватності полінома експериментальному масиву даних і слід застосовувати інші критерії, зокрема, дисперсію адекватності.

Функція лінійного згладжування `linfit`. Якщо апроксимуюча функція може бути представленою у вигляді лінійної комбінації деяких інших функцій, то у цьому випадку можна використати функцію `linfit(vx,vy,f)`.

Завдання 3. Апроксимувати масив даних **M** функцією:

$$f(x) = A + Bx + C\sin(x).$$

Вихідний масив даних (9.22):

$$M := \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 \\ 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 \end{pmatrix}^T \quad (9.22)$$

Сортування (9.23):

$$M1 := \text{csort}(M,0) \quad M1^T = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 \\ 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 \end{pmatrix} \quad (9.23)$$

Визначення апроксимуючого виразу у вигляді вектора **f** для подальшого використання `linfit` (9.24):

$$f(x) := \begin{pmatrix} 1 \\ x \\ \sin(x) \end{pmatrix} \quad \text{coef} := \text{linfit}(M1^{(0)}, M1^{(1)}, f) \quad \text{coef} = \begin{pmatrix} 14.619 \\ 6.046 \\ 1.3 \end{pmatrix} \quad (9.24)$$

Визначення емпіричної формули за розрахованими коефіцієнтами апроксимації (9.25, 9.26):

$$y_{\text{appr}}(x) := \text{coef}_0 + \text{coef}_1 \cdot x + \text{coef}_2 \cdot \sin(x) \quad (9.25)$$

$$x := \min(M1^{(0)}) , \min(M1^{(0)}) + \frac{\max(M1^{(0)}) - \min(M1^{(0)})}{50} .. \max(M1^{(0)}) \quad (9.26)$$

Графічне представлення результатів обчислень (див. рис. 9.4).

Цілком очевидно, що функція `linfit` може бути застосованою до поліноміальної апроксимації.

Найпростіший різновид інтерполяції – лінійна інтерполяція. Вона полягає у тому, що задані точки (x_i, y_i) послідовно з'єднуються прямолінійними відрізками і функція $f(x)$ наближається ламаною лінією з вершинами у даних точках.

Лінійну інтерполяцію в MathCAD можна здійснити за допомогою вбудованої функції **linterp**.

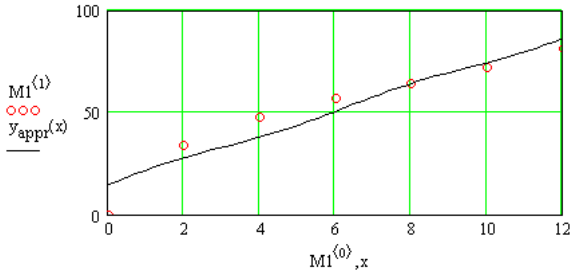


Рис. 9.4 – Зносостійкість відновленого вала водяного насоса, апроксимованого функцією $f(x) = A + Bx + C\sin(x)$

linterp(vx,vy,x) – повертає значення у точці **x**, обчислене лінійною інтерполяцією даних з точками, координати яких знаходяться у векторах **vx**, **vy**.

Завдання 4. Застосування лінійної інтерполяції даних зносостійкості. Використаємо для інтерполяції дані масивів **X** та **Y** із завдання 1 (9.27):

$$\begin{matrix} \text{fit}(X)^T = & \begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 & 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 & 88 & 97 & 105 \end{matrix} & \end{matrix} \quad (9.27)$$

$$\begin{matrix} Y^T = & \begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 & 0 & 34 & 48 & 57 & 64 & 72 & 81 & 88 & 97 & 105 \end{matrix} & \end{matrix}$$

Як бачимо, при розрахунках дотримується основна умова інтерполяції – розрахункові значення у вузлах інтерполяції повністю збігаються з заданими табличними значеннями **Y** (рис. 9.5).

$$\text{fit}(x) := \text{linterp}(X, Y, x)$$

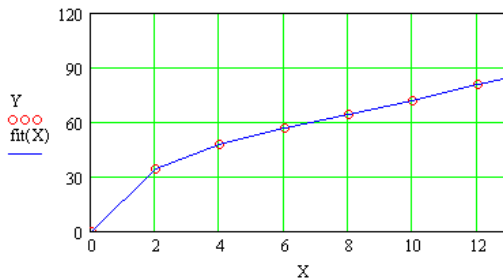


Рис. 9.5 – Застосування лінійної інтерполяції даних зносостійкості відновленого вала водяного насоса (апроксимовані)

Серед інших засобів інтерполяції розглянемо роботу функцій **pspline**, **cspline**, **interp**:

- **pspline(vx,vy)** – розраховує коефіцієнти параболічного сплайна, побудованого за векторами **vx,vy**; при цьому розраховані коефіцієнти параболічного сплайна розміщуються у векторі **vp**.

- **cspline(vx,vy)** – розраховує коефіцієнти кубічного сплайна, побудованого за векторами **vx,vy**; при цьому коефіцієнти розраховані коефіцієнти кубічного сплайна розміщуються у векторі **vs**.

- **interp(vs,vx,vy,x)** – значення сплайну в точці **x**, розраховане за вихідними векторами **vx** і **vy** та коефіцієнтами кубічного сплайну **vs**.

Отже, при сплайн-інтерполяції задані точки з'єднуються відрізками парабол другого порядку (**pspline**) або відрізками кубічних парабол (**cspline**). За допомогою функції **interp** можна розрахувати будь-які значення аргументу між вузлами інтерполяції (9.28).

$$\begin{aligned}
 P &:= \text{pspline}(X, Y) & S &:= \text{cspline}(X, Y) \\
 \text{fit_PARspline}(x) &:= \text{interp}(P, X, Y, x) & & (9.28) \\
 \text{fit_CUBspline}(x) &:= \text{interp}(S, X, Y, x) & x &:= 1, 1.01 \dots 12 & a &:= 1 \dots 12
 \end{aligned}$$

Застосування сплайн-інтерполяції для визначення зносостійкості відновленого вала водяного насоса наведено на рис. 9.6.

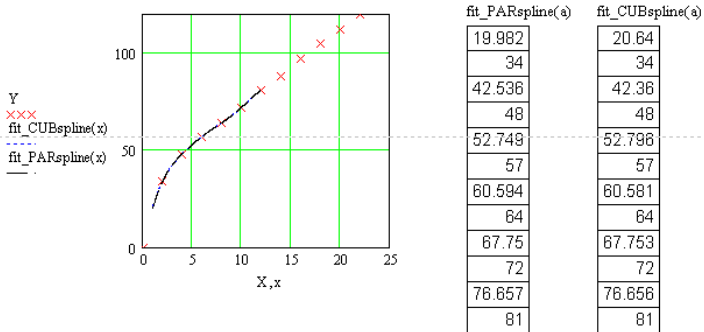


Рис. 9.6 – Застосування сплайн-інтерполяції для визначення зносостійкості відновленого вала водяного насоса

Література: [2; 9; 10]

Вступ

1. Саєнко С. Ю. Основи САПР / С. Ю. Саєнко, І. В. Нечипоренко – Харків : ХДУХТ, 2017. – 119 с.
2. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fksa/2kvetnyj_komp%27yuterne_modelyuvannya_system_procesiv/t1/zm1..htm
3. Бази даних [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://stud.com.ua/93779/informatika/bazi_danih
4. Основи програмування в Access [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://support.office.com/uk-ua/article/Основи-програмування-в-access-92eb616b-3204-4121-9277-70649e33be4f>
5. Уроки SQL [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://moonexcel.com.ua/уроки-sql_ua
6. Програмування мовою VBA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://helpiks.org/2-89101.html>
7. VBA : Основи програмування Visual Basic for Applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://programmersworld.xyz/article/19/2>
8. Описание модели УРАЛ-375 (375, 375Д, 377, 375С, 377С, 375А) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.autoopt.ru/auto/encyclopedia/truck/ural/mark/ural-375/>
9. Основні правила роботи в середовищі MathCad [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5740332/>
10. Робота в середовищі MathCad [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5397259/>

Зміст

Вступ	3
<i>Лабораторна робота 1</i> Створення бази даних ремонту вала водяного насоса	6
<i>Лабораторна робота 2</i> Визначення оптимального способу ремонту вала водяного насоса	9
<i>Лабораторна робота 3</i> Створення форм, звітів, кнопочних форм	13
<i>Лабораторна робота 4</i> Доробка інфологічної і даталогічної схеми БД для визначення оптимального режиму відновлення вала водяного насоса	18
<i>Лабораторна робота 5</i> Використання мови структурованих запитів SQL для ремонту вала водяного насоса	20
<i>Лабораторна робота 6</i> Використання SQL для створення запитів на вибірку	22
<i>Лабораторна робота 7</i> Застосування Visual Basic for Applications для ремонту вала водяного насоса	24
<i>Лабораторна робота 8</i> Застосування макросів для ремонту вала водяного насоса	27
<i>Лабораторна робота 9</i> Математичне моделювання результатів досліджень зносостійкості відновленого вала водяного насоса у середовищі MathCAD	32
Література	42