

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

Магістерська робота

**на тему: МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КОЛІЙ
МОСТОВИХ КРАНІВ ЗА КРИТЕРІЄМ ВІДХИЛЕНЬ ВІД
ПРОЕКТНОГО ПОЛОЖЕННЯ В ПЛАНІ**

Допустити до захисту

Завідувач кафедри БДМБ, к.т.н., професор

В.А. Настоящий

" ____ " _____ 2021р.

Керівник магістерської роботи, д.т.н., професор

В.А. Пашинський

" ____ " _____ 2021 р.

Консультант з охорони праці, к.т.н., доцент

В.В. Дарієнко

" ____ " _____ 2021 р.

Виконав студент 6 курсу
спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Р.Р. Чевільча

" ____ " _____ 2021 р.

Кропивницький – 2021 рік

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки	
				Документація загальна			
				Знову розроблена			
				Анотіція	1		
				SUMMARY	1		
A4			КМР 19192199 ПЗ	Пояснювальна записка	115		
				Зміст	2		
				Вступ	3		
				Розділ 1 Мостові крани та їх вплив на каркаси виробничих будівель	16		
				Розділ 2 Результати геодезичних спостережень та їх попередній аналіз	10		
				Розділ 3 Методика й результати статистичної обробки даних з положення кранових колій в плані	14		
				Розділ 4 Зміни в часі відхилень кранових колій в плані	7		
				Висновки за результатами досліджень	3		
				Conclusions results of research	3		
				Список використаних джерел	3		
				Ілюстраційні матеріали			
				Знову розроблені			
A4			КМР 9192199 ПР	Мультимедійна презентація			
				з наочними поясненнями методики			
				і результатів виконаних досліджень			
				КМР 19192199 ПЗ			
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Моніторинг технічного стану колій мастових кранів за критерієм відхилень від проектного полрження в плані		
Розробив	Чевільча Р.Р.						
Перевірив.	Пашинський В.А.						
Н. Контр.							
Затвердив							
					Стадія	Лист	Листів
					Д	1	1
					ЦНТУ зр. БІ-20М		

АНОТАЦІЯ

Метою дослідження є проаналізувати відхилення колій мостових кранів від проектного положення в плані за результатами геодезичних вимірювань, виконати їх імовірнісний опис, а також виявити закономірності зміни в процесі експлуатації досліджених цехів.

За даними наявних науково-технічних звітів, наведено результати геодезичних вимірювань відхилень кранових колій від проектного положення в плані, проаналізовано стан кранових колій основних та допоміжних цехів Кременчуцького колісного заводу у 18 прольотах. Для статистичного аналізу горизонтальних відхилень кранових рейок від проектного положення з наявних результатів геодезичних вимірювань у середовищі Microsoft Excel створена електронна база даних. За результатами статистичної обробки вибірок відхилень кранових колій від проектного положення в плані отримані числові характеристики та закони розподілу. Перевірка за критерієм узгодженості Пірсона підтвердила можливість використання для їх опису нормального закону розподілу.

Отримані закони розподілу та числові характеристики дозволили оцінити імовірності виходу відхилень за встановлені межі та проаналізувати зміни в часі експлуатації відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.

Побудовані графіки опис змін в часі характеристик перепадів відхилень кранових колій в плані. Проведений аналіз швидкості зростання відхилень та прогнозування міжремонтних періодів який показав, що в більшості прольотів геодезичні зйомки положення кранових колій в плані слід виконувати щорічно, а необхідність у вирівнюванні кранових колій може виникнути один раз на 1...5 років.

Проведена робота вказує на доцільність та результативність проведення моніторингу технічного стану мостових кранів колій за критеріями відхилень від проектного положення в плані.

SUMMARY.

The purpose of the study is to analyze the deviation of the tracks of bridge cranes from the design position in the plan based on the results of geodetic measurements, perform their probabilistic description, as well as identify patterns of change in the operation of the studied shops.

According to the available scientific and technical reports, the results of geodetic measurements of deviations of crane tracks from the design position in the plan are presented, the condition of crane tracks of main and auxiliary shops of Kremenchug Wheel Plant in 18 spans is analyzed. An electronic database has been created for statistical analysis of horizontal deviations of crane rails from the design position from the available results of geodetic measurements in Microsoft Excel. According to the results of statistical processing of samples of deviations of crane tracks from the design position in the plan obtained numerical characteristics and distribution laws. Pearson's consistency test confirmed the possibility of using a normal distribution law to describe them.

The obtained distribution laws and numerical characteristics allowed to estimate the probabilities of deviations beyond the established limits and to analyze changes in the operation time of deviations of the distance between crane rails from the nominal span of the crane.

Graphs describing changes in time characteristics of deviations of deviations of crane tracks in the plan are constructed. An analysis of the growth rate of deviations and forecasting of repair periods showed that in most spans geodetic surveys of crane tracks in the plan should be performed annually, and the need to align crane tracks may occur once every 1... 5 years

This work indicates the feasibility and effectiveness of monitoring the technical condition of bridge cranes on the criteria of deviations from the design position in the plan.

З М І С Т

ВСТУП	3
Розділ 1 МОСТОВІ КРАНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА КАРКАСИ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ	6
1.1 Типи, конструкцій та експлуатаційні характеристики мостових кранів.....	6
1.2 Конструкції та досвід експлуатації колій мостових кранів	11
1.3 Горизонтальні навантаження від мостових кранів	13
1.4 Вплив положення кранових колій на горизонтальні навантаження від мостових кранів	15
1.5 Методи статистичної обробки вибірок випадкових величин	18
1.6 Висновки з розділу та завдання дослідження	19
Розділ 2 РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ЇХ ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ	22
2.1 Об'єкти дослідження	22
2.2 Методика геодезичних вимірювань відхилень кранових колій від проектного положення в плані.....	26
2.3 Приклад подання результатів геодезичних вимірювань.....	27
2.4 Результати геодезичних спостережень за положенням кранових колій у плані	28
2.5 База даних геодезичних вимірювань	29
2.6 Висновки з розділу	31
Розділ 3 МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ З ПОЛОЖЕННЯ КРАНОВИХ КОЛІЙ У ПЛАНІ	32
3.1 Завдання й методика статистичного аналізу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана	32
3.2 Числові характеристики відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана	38
3.3 Закони розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана	40
3.4 Висновки з розділу	45

					<i>КМР 19192199 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Моніторинг технічного стану колій мастових кранів за критерієм відхилень від проектного полрження в плані</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Чевільча Р.Р</i>							
<i>Перевіри</i>	<i>Пашинський</i>						<i>1</i>	<i>111</i>
<i>Реценз.</i>						<i>ЦНТУ гр. БІ-20м</i>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Дарієнко</i>							
<i>Затвердив</i>	<i>Настоящий</i>							

Розділ 4 ЗМІНИ В ЧАСІ ВІДХИЛЕНЬ КРАНОВИХ КОЛІЙ В ПЛАНІ.....	45
4.1 Попередній аналіз змін в часі відхилень кранових колій в плані	46
4.2 Швидкість наростання перепадів відхилень кранових колій в плані та міжремонтний період.....	49
4.3 Висновки з розділу	52
ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	53
CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH	55
ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57
ДОДАТОК А. База даних.	60
ДОДАТОК Б. Гістограми розподілу відхилень кранових колій у плані.....	78
ДОДАТОК В. Зміни відхилень в часі та швидкість зростання розладки кранових колій	96
ДОДАТОК Г. Охорона праці.	102

ВСТУП

Актуальність теми. Незамінною частиною сучасного промислового виробництва є мостові крани. Завдяки особливостям конструкції та можливостям безперервної роботи мостові крани використовують для переміщення важкої і габаритної продукції або устаткування в цехах а також на інших промислових об'єктах. Значні навантаження сильно впливають на кранові колії. Вони можуть викликати відхилення кранових колій від проектного положення, що в свою чергу призводить до неправильної роботи крана, а в найгіршому випадку призводить до його поломки. Забезпечення безпечної та безперебійної роботи крана, а також вчасний ремонт конструкцій можна досягнути за рахунок прогнозування росту відхилень від проектного положення та періодичності рихтовки колій і проведення моніторингу стану кранових колій за результатами систематичних геодезичних вимірювань.

Мета досліджень в магістерській роботі: за результатами геодезичних вимірювань проаналізувати відхилення колій мостових кранів від проектного положення в плані, виконати їх імовірнісний опис, а також виявити закономірності зміни в процесі експлуатації досліджених цехів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

1. В середовищі Microsoft Excel створити базу даних з результатами геодезичних вимірювань, вибравши для аналізу прольоти цехів машинобудівного заводу з достатньо повними даними результатами геодезичних спостережень за положенням кранових колій у плані.
2. За наявними результатами геодезичних вимірювань в обраних цехах і прольотах обчислити відхилення кранових колій від проектного положення в плані, зокрема відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.
3. Виконати статистичний аналіз відхилень фактичної відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана у створі кожної з

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						3
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

поперечних рам досліджених прольотів, обґрунтувати вид закону розподілу для їх імовірного подання.

4. Отримати статистичні характеристики відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана для кожного з досліджених прольотів та оцінити можливості виходу відхилень за встановлені нормами допустимі межі.
5. Проаналізувати зміни в часі відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана в усіх досліджених цехах та встановити швидкість розладки кранових колій у процесі експлуатації.
6. Розробити рекомендації щодо необхідної періодичності геодезичних спостережень та рихтування кранових колій з метою приведення їх до нормального технічного стану.

Об'єкт дослідження: зміни просторового положення колій мостових кранів у плані в процесі експлуатації цехів машинобудівного заводу.

Предмет дослідження: відхилення колій мостових кранів в плані та закономірності їх розвитку в часі.

Методи дослідження: аналіз результатів геодезичних спостережень за положенням кранових колій у плані методами математичної статистики та теорії імовірності.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

1. Запропонована й реалізована методика статистичної обробки результатів геодезичних спостережень за відхиленням кранових колій від проектного положення в плані.
2. Доведена можливість використання нормального закону розподілу для імовірнісного подання відхилень відстані між крановими коліями від номінального прольоту крана.
3. За результатами статистичного аналізу відхилень колій мостових кранів від проектного положення в плані визначена швидкість розладки кранових колій та спрогнозована необхідну періодичність їх рихтовки.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

1. Для дослідження стану кранових колій була створена систематизована база даних у середовищі Microsoft Excel на основі виконаних геодезичних вимірювань.
2. Виконана статистична обробка відхилень кранових колій від проектного положення дозволила проаналізувати зміни в часі відхилень кранових колій у плані можливості їх виходу за допустимі межі, а також оцінити загальний технічний стан кранових колій.
3. За визначеними швидкостями наростань відхилень кранових колій від проектного положення надані рекомендації щодо необхідної періодичності виконання геодезичних зйомок та рихтовки колій.

Апробація та публікація результатів роботи.

Основні положення магістерської роботи представлені на III Всеукраїнській студентській науково-практичній конференції «Досвід впровадження в навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій» (м. Кропивницький, жовтень 2021 р.).

Результати досліджень опубліковані в **статті**:

Пашинський В.А. Комп'ютерна база геодезичних даних і завдання аналізу положення колій мостових кранів / В.А. Пашинський, Д.О. Сорокін, Р.Р. Чевільча // Досвід впровадження в навчальний процес сучасних комп'ютерних технологій. Збірник матеріалів III Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – С. 18-19.

Структура роботи:

1. 115 сторінок, 9 таблиць, 32 рисунка;
2. список з 20 використаних джерел;
3. анотації українською та англійською мовами;
4. вступ, 4 розділи, висновки за результатами досліджень;
5. мультимедійна презентація з 25 слайдів.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 1

МОСТОВІ КРАНИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА КАРКАСИ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ

1.1 Типи, конструкції та експлуатаційні характеристики мостових кранів

Робота різних виробничих підприємств пов'язана з використанням операцій вертикального та горизонтального транспортування вантажів різної маси. Ці операції можуть забезпечити мостові крани загального та спеціального призначення. Конструкція цих кранів дозволяє транспортувати вантажі вертикально і горизонтально, а також уздовж і поперек цеху. Крани можуть використовуватися в приміщеннях та на відкритому повітрі в значному діапазоні температур від -20 С до +40 С. Експлуатація електричних кранів не допускається у вибухонебезпечному в атмосфері з великою вологістю, яка насичена парами кислот і лугів, а також у пожежонебезпечних та вибухонебезпечних приміщеннях. При цьому:

- ручні підвісні та мостові крани використовують при відсутності підведення електроживлення або на невеликих ділянках;
- електричні опорні й підвісні крани встановлюють при їх частому використанні, у великих приміщеннях цехів, та складів;
- крани, оснащені грейферами, використовують при роботі з насипними вантажами;
- електричні магнітні крани використовують для підйому вантажів з магнітними властивостями.

За конструкцією та призначенням крани класифікують таким чином:

- опорні, які встановлюються колесами на рейки зверху, мають вантажопідйомність до 500 т;
- підвісні, які рухаються по нижніх полицях кранового шляху, мають невелику вантажопідйомність (до 8 т), але більший розмір робочої зони, включаючи можливість стикувати крани і переміщати візки з одного крана на інший;

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- спеціальні крани оснащуються спеціалізованими пристроями для захоплення вантажів: магніт, грейфер, захвати для контейнерів;
- в окрему групу виділяють металургійні крани, призначені тільки для металургійної промисловості та оснащені спеціальними захватами: ливарні та кувальні крани, пратцен-крани, крани для роздягання злитків та інші.

Вантажопідйомність (максимально можлива вага вантажу, який кран пристрій може безпечно переміщати) є найважливішим параметром мостового крана і визначає галузь його використання та інші технічні характеристики. Вантажопідйомність мостових кранів змінюється від 0,5 т до 500 т.

Довжина і тип прольоту визначають ширину робочої зони крана. Довжина пролітної балки залежить від габаритів майданчика, на якому буде працювати кран, і знаходження опор підкранових балок. Максимальна довжина прольоту може сягати 40 метрів. У підвісних кранів можна з'єднувати декілька прольотів в одному крані.

Висота підйому вантажу визначається висотою будівлі, габаритами вантажів та конструкцією кранового обладнання. При бажанні замовника може бути встановлений спеціальний обмежувач вантажопідйомності, який регулює роботу вантажозахоплювального пристрою. Розміри кранів вказані в ГОСТ 6711-70 «Крани мостові електричні загального призначення вантажопідйомністю від 80 до 320 т» [19].

Швидкість руху ходового візка та моста крана, а також швидкість підйому гака визначають продуктивність кранового механізму та встановлюються при проектуванні крана залежно від його вантажопідйомності.

Тип приводу мостового крана може бути ручним або електричним. При ручному приводі мостового крана механізмом пересування служать черв'ячні талі. такі крани використовують для підйому відносно невеликих вантажів, при виконанні допоміжних або ремонтних робіт. Електричний привод працює за допомогою електродвигунів, які через редуктори та трансмісію передають обертання ходовим колесам крана та візка, а також лебідці для підйому вантажів.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		7

Мостові крани опорного типу можуть бути з ручним і машинним приводом, однобалочні та двобалочні. Розглянемо більш детально деякі види мостових кранів опорного типу загального і спеціального призначення, які найчастіше працюють у виробничих будівлях.

Однобалочні крани з ручним приводом бувають вантажопідйомністю 3,2; 5,0 і 8,0 тс та прольотом 4,5...16,5 м. Двохбалочні крани з ручним приводом мають вантажопідйомність 12,5 і 20 тс і прольоти 7,5-16,5 м. У якості механізму підйому вантажу застосовують ручні пересувні черв'ячні талі.

Однобалочні мостові крани з електричним приводом виготовляються вантажопідйомністю 1-5 тс, прольотами 4,5-25,5 м і з висотою підйому вантажу 6, 8, 12 м. Швидкість підйому вантажу сягає 33 м/с; швидкість пересування талі буває 0,33 і 0,53 м/с, а швидкість пересування моста крана 0,40; 0,63; 1,0 м/с. Головна балка моста однобалочного крану виконується з прокатного двотавра. Розміри двотавра вибирають залежно від вантажопідйомності крану, виходячи з його міцності та умов розміщення електроталі по полицях двотавра. Просторова компоновка головної балки залежить від вантажопідйомності і розміру прольоту.

Двобалочні опорні мостові крани загального призначення з електричним приводом вантажопідйомністю 5...50 тс мають прольоти 10,5-34,5 м і висоту підйому вантажу 12,5 м. Швидкість підйому дорівнює 0,05-0,32 м/с; швидкість переміщення візка 0,32-0,63 м/с, а швидкість руху крана – 0,40-2,5 м/с.

Такі крани опираються на чотири ходових колеса. Більші крани з вантажопідйомністю механізму головного підйому 80-500 т і допоміжного підйому 20-80 т мають висоту підйому крюка 25 і 32 м, допоміжного 27 і 34 м. Залежно від вантажопідйомності та прольоту, вони виконуються з вісьмома або шістнадцятьма ходовими колесами.

Міст двобалочного мостового крану складається з двох окремих головних балок, які в з'єднанні кінцевими балками утворюють горизонтальну раму. Ходові колеса крану встановлюються на кінцевих балках моста.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						8
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Головну балку двобалочного мостового крану зазвичай виготовляють коробчастого перетину. Вона складається з двох вертикальних стінок, верхнього і нижнього поясів. Зусилля ходових коліс вантажного візка передаються на обидві стінки. Місцева стійкість коробчастих балок може забезпечується встановленням діафрагм. Висота головних балок становить $h \sim (1/14 \dots 1/18) L_K$ (тут L_K - проліт крану), а ширина горизонтальних поясів – $(1/40 \dots 1/50) L_K$. До зовнішніх стінок головних балок прикріплені консольні майданчики з настилом. Вони призначені для установки тролей чи гнучкого кабелю, механізму пересування крану, а також для проходу обслуговуючого персоналу при огляді та ремонті крану. Схема поперечного перерізу моста двобалкового мостового крану показана на рис. 1.1.



Рис. 1.1 Переріз моста двобалкового мостового крану

Кінцеві балки двобалкових мостів виготовляють також коробчастими, оскільки вони мають достатню просторову жорсткість. На візках мостових кранів встановлюють механізми підйому вантажу і пересування візка. Розміри візка в основному залежать від довжини барабану механізму підйому вантажу.

Загальний вигляд двобалкових мостових кранів, які працюють в цеху та на відкритій естакаді, показано на рисунку 1.2. На рисунку 1.3 зображені схеми улаштування підвісного та опорного крана з ручним управлінням з підлоги.



Рис. 1.2 Двобалкові електричні мостові крани

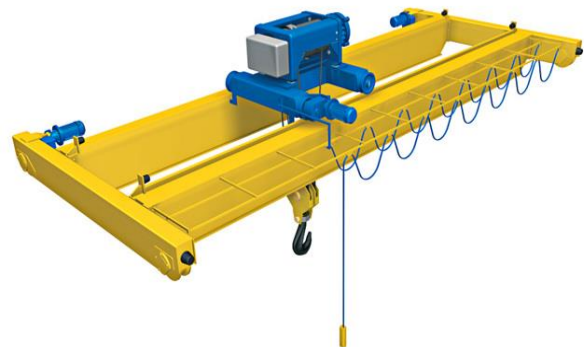
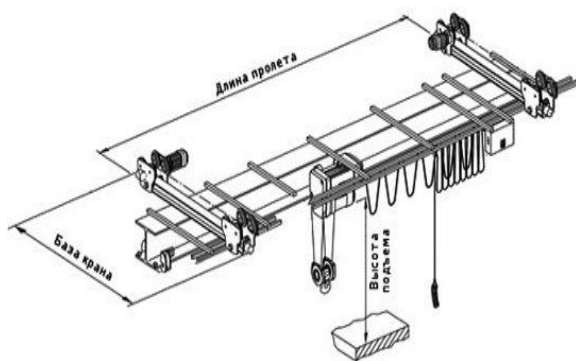


Рис. 1.3 Схеми підвісного та двобалкового опорного крана

З рисунка видно, що крани усіх типів загалом мають три основні вузли:

- металоконструкція є основою, що включає опори і прольотну будову крана;
- захватний пристрій буває автоматичним (пневматичний присос, магніт) чи механічним (гак);
- підйомним механізмом є лебідка з ланцюгом чи або канатом, пристроєм для захвату вантажу та обмежувачем ходу;
- механізми пересування вантажного візка і моста крана.

Міст крана має на кінцях упори для обмеження переміщень візка. Будь-який кран повторює однотипні операції: підйом вантажу, переміщення, розвантаження, перехід на нову позицію. Управління краном малої вантажопідйомності здійснюється за допомогою підвісної пульта, а крани вантажопідйомністю понад 5 тон управляються з кабіни машиніста. Кран повинен мати сигналізацію для подачі сигналів робочим.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1.2 Конструкції та досвід експлуатації колій мостових кранів

Рейковий шлях мостового крана складається з основних і допоміжних елементів. Основними елементами шляху є рейки та підкранові балки, підрейкове ліжко та деталі кріплення рейок.

В мостових однобалочних кранах з малим робочим навантаженням для кранових шляхів застосовують залізничні рейки типу Р18, Р24. В двобалкових мостових кранах вантажопідйомність яких складає 10-30 т застосовують рейки типу Р38 для легкого і середнього режимів роботи. Рейки типу Р43 спеціально випускають для промислового транспорту. Залізничні рейки типу Р50, Р65 заводи випускають для кранів більшої вантажопідйомності. Кранові рейки спеціального профілю типу КР промисловість випускає для консольних, козлових і мостових кранів, які повністю відповідають умовам їх експлуатації. Кранові рейки типу КР мають широку підшву для рівномірного розподілу навантаження від коліс крана по верхньому поясу підкранової балки. Тип опорної рейки вибирають залежно від вантажопідйомності крана. Вантажні візки та рейки кранових шляхів кріплять таким чином, щоб виключити їх поздовжнє та бічне зміщення. До підкранових балок будівельної конструкції (естакади, цеху) кріплять кранові рейки опорного шляху.

Існують різні способи кріплення рейок до підкранових балках, зображені на рис. 1.4. Найбільш поширеними є кріплення: а - привареними скобами, б - притискними накладками, в - пружинними планками, г - крюками з регульованими гайками, д - пружинними скобами.

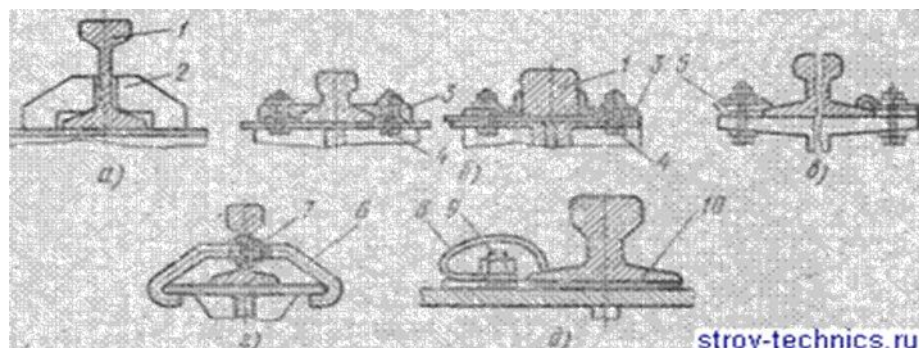


Рис.1.4. Кріплення рейок до підкранових балок:

1 - рейка, 2 - скоба, 3 - накладка, 4 - болт з гайкою, 5 - пружинна планка, 6 - гак,
7 - гайка, 8 - пружинна скоба, 9 - шпилька з гайкою, 10 - гумова прокладка

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Овальні отвори у притискних планках при рихтуванні колії виконують для того, щоб регулювати кріплення. Для кранів вантажопідйомністю до 30 т, а також для мостових кранів з ручним приводом механізмів при легкому режимі роботи допускається кріпити рейки до підкранових балок зварюванням. До елементів перекриття будівельних конструкцій спеціальні рейки прикріплюються знизу за допомогою монтажних столиків або підвісок. На рейкових коліях порталних, баштових, козлових і мостових кранів встановлюють тупикові упори, які обмежують рух мостового крана уздовж цеху.

Шайби, гайки, шурупи, притиски, болти, костилі, накладки, підкладки відносяться до рейкових скріплень. Від якості стику рейок залежить якість роботи всієї підкранової колії. Значні динамічні навантаження від кранів сприяють зношуванню ходових коліс та виникненню зазорів у стиках рейок. Рейки стикують між собою двоголовими рейковими накладками. Для стикування рейок Р38 і Р43 допускається застосування накладки, зображеної на рисунку 1.5.

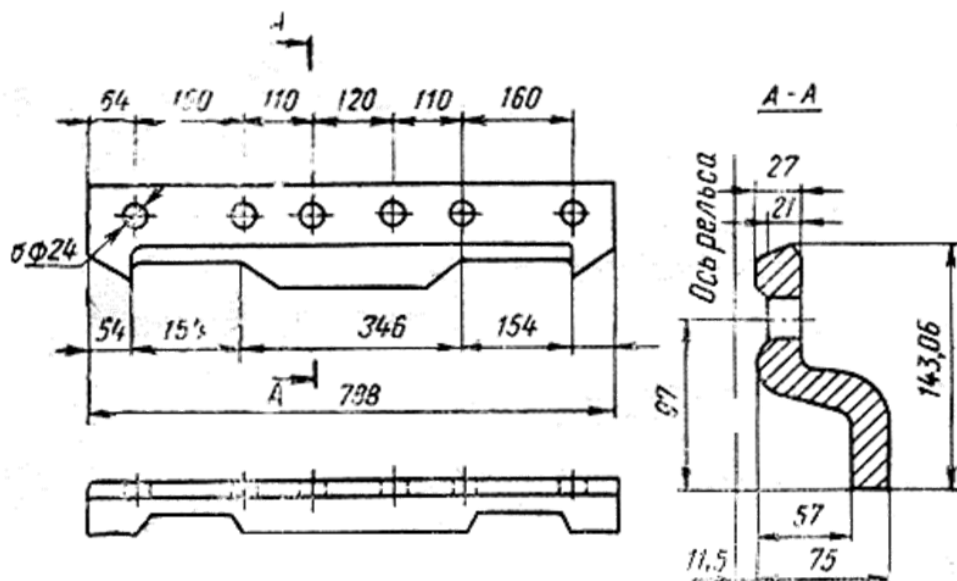


Рис.1.5 Фартувальна накладка для рейок Р38 і Р43

Особливості застосування різних видів кранових шляхів. Основні і додаткові деталі є головною складовою рейкових колій мостових кранів. Основні складаються з рейки і підкранової балки. До додаткових деталей належать різні кріпильні деталі, кінцеві упори і лінійки а також підрейкові ліжка. Різні колії, як правило, застосовують для різних видів мостових кранів. Звичайні залізничні

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

рейки використовують для однобалочних мостових кранів, а більш потужні рейки використовують для двобалкових мостових кранів. Рейки кранових шляхів кріплять таким чином, щоб вони не могли зміщуватися. Розбірні кріплення є найпоширенішим і назручнішим видом кріплення.



Рис.1.6 Рейкові колії мостових кранів

1.3 Горизонтальні навантаження від мостових кранів

При розрахунку стійкості і міцності рам, балок підкранових колій, колон та фундаментів горизонтальні навантаження слід враховувати не від двох найбільш несприятливих за впливом кранів, розміщених на різних або на одній крановій колії. Для кожного крана одночасно враховують тільки одне горизонтальне навантаження (поперечне або поздовжнє).

1. Навантаження від мостових і підвісних кранів слід визначати залежно від способу підвісу вантажу, від груп режимів роботи а також від виду приводу.

2. Змінні навантаження – це навантаження від підвісних та мостових кранів, для яких встановлено чотири розрахункових значення [1]:

- для горизонтального навантаження поперек колії чотирьохколісних мостових кранів,

$$H_m = \gamma_{fm} H_{01}; \quad (1.1)$$

- для горизонтального навантаження поперек колії підвісних кранів,

$$R_m = \gamma_{fm} R_0 \quad (1.2)$$

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						13
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- для горизонтального навантаження вздовж кранової колії мостових і підвісних кранів,

$$P_m = \gamma_{fm} P_{01} \quad (1.3)$$

- для горизонтального навантаження поперек кранової колії інших мостових кранів,

$$H_m = \gamma_{fm} H_0 \quad (1.4)$$

Горизонтальне навантаження від поздовжнього гальмування моста

$$T = 0,1 g_{fm} F_{k, max} n_{гальм.}, \quad (1.5)$$

де $n_{гальм.}$ – кількість гальмівних коліс (половина з кожної сторони крана).

Горизонтальне кранове навантаження передається на балку всіма колесами з однієї сторони крана від гальмування візка з вантажем вздовж моста крана (в площині поперечної рами).

Характеристичне значення горизонтального тиску одного колеса:

- для кранів з гнучким підвісом вантажу (всіма колесами з однієї сторони крана передається 5 % ваги візка з вантажем)

$$T_k = \frac{0,05(Q + G_s)}{n_0}, \quad (1.6)$$

де Q – вантажопідйомність крана; G_s – вага візка; n_0 – кількість коліс з однієї сторони крана;

- для кранів з жорстким підвісом вантажу (10% ваги візка з вантажем)

$$T_k = \frac{0,1(Q + G_s)}{n_0}. \quad (1.7)$$

Розрахункова горизонтальна сила T , яка передається підкрановими балками на колону від сил T_k , визначається при тому ж положенні кранів, що й для вертикального навантаження:

$$T = g_{fm} Y T_k \sum y. \quad (1.8)$$

Ця сила прикладається до рами на рівні верху підкранових балок (тобто передається гальмівними балками, рис.1.7).

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						14
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

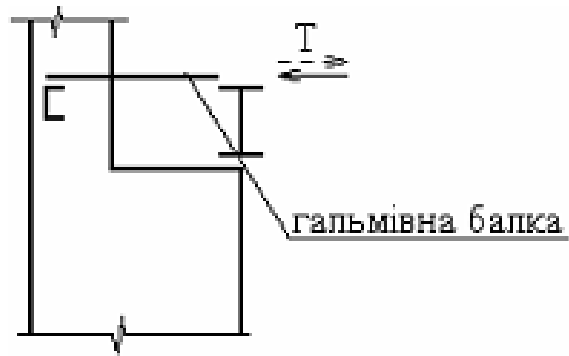


Рис. 1.7. Прикладання кранових горизонтальних сил до рами

1.4 Вплив положення кранових колій на горизонтальні навантаження від мостових кранів.

Розгляд кількох процесів руху крана потрібний для оцінки рівня навантаженості підкранових балок. Найбільш важливим і мало дослідженим явищем є виникнення бічних сил у результаті кочення колеса крана, повернутого на певний невеликий кут до площини його обертання (див. рис. 1.8). Цей ефект проявляється як поступове зміщення колеса крана з площини кочення під дією бічної сили (а), або ж як наявність бічних реакцій в опорах колеса при його коченні з перекосом в плані (б). При русі крана спостерігаються обидва випадки. Сила реакції при коченні повернутого колеса вимірювалися у відомих експериментальних дослідженнях [2, 3].

Бічні сили враховують при розрахунку стійкості і міцності балок кранових колій, колон, рам, фундаментів та основ. Бічні сили враховують від одного чотириколісного крана і не більше ніж від двох багатоколісних кранів, найбільш несприятливих за впливом. Для кожного крана враховують тільки одне горизонтальне навантаження.

Характеристичне значення бічної сили чотириколісних мостових кранів, спрямованого поперек прольоту, яке спричиняється перекосами мостових електричних кранів і непаралельністю кранових колій (бічну силу), для колеса крана можна визначити за формулою:

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$H_k^n = 0,1F_{\max}^n + \frac{\alpha(F_{\max}^n - F_{\min}^n)L}{B} \quad (1.9)$$

де $F_{\max}^n$, $F_{\min}^n$ – характеристичне значення вертикального тиску на колесо, відповідно на більш або на менш навантаженій стороні крана;

B , L – відповідно база і проліт крана;

α – коефіцієнт, прийнятий таким, що дорівнює 0,03 при центральному приводі механізму руху моста і 0,01 – при роздільному приводі.

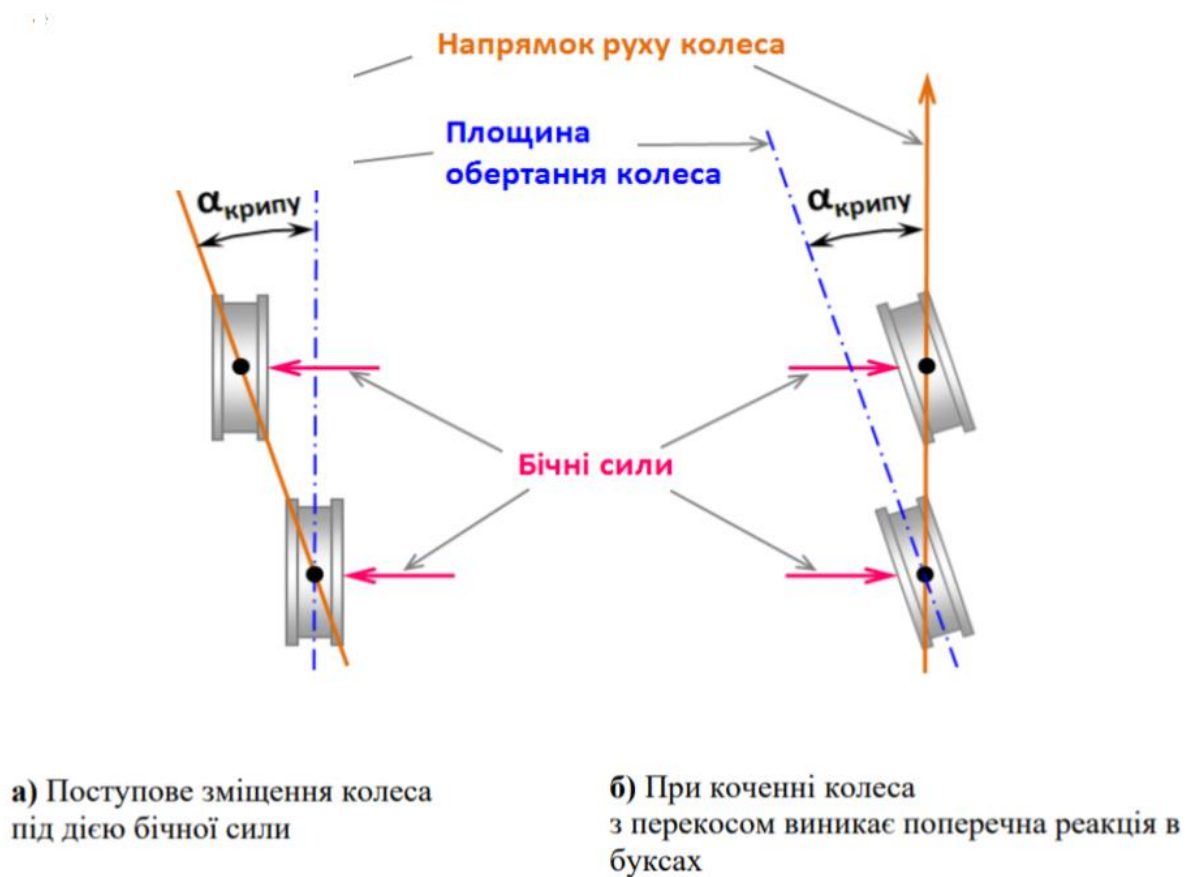


Рис.1.8 – Поперечне пружне ковзання колеса

Бічні сили H_k^n , обчислені за формулою, можуть бути прикладені:

- до коліс однієї сторони крана і спрямовані в різні сторони (рис. 1.9,а);
- до коліс по діагоналі крана і спрямовані в різні сторони (рис. 1.9,б).

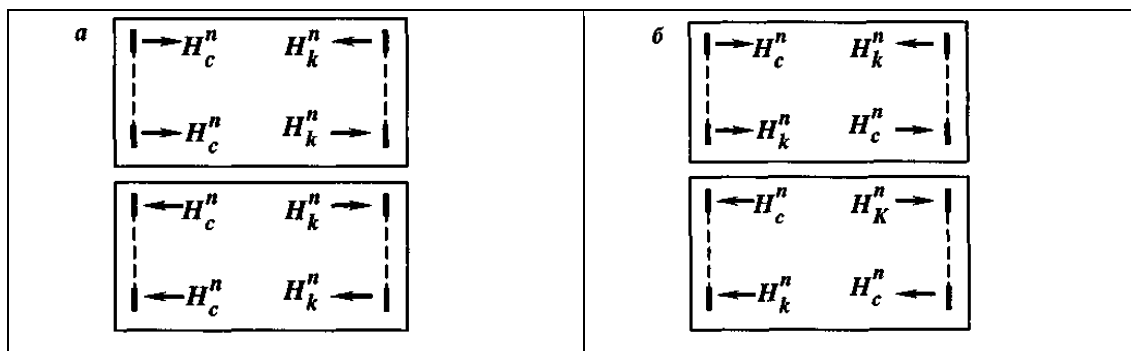


Рис.1.9. Варіанти прикладення бічних сил для чотириколісних кранів

При цьому до інших коліс прикладаються більші з сили $H_c^n = 0,1F_{\max}^n$ або $H_c^n = 0,1F_{\min}^n$, кожна з яких може бути спрямована назовні чи всередину прольоту.

Характеристичне значення бічної сили, прикладеної до колеса багатоколісних (вісім коліс і більше) кранів з гнучким підвісом H_k^n , приймається рівним 0,1 від вертикального навантаження на колесо, підрахованого при розташуванні візка з вантажем, що дорівнює паспортній вантажопідйомності крана, посередині моста.

Для багатоколісних кранів з жорстким підвісом вантажу характеристичне значення дорівнює 0,1 від максимального вертикального навантаження на колесо. При цьому вважають, що бічні сили всіх коліс кожної із сторін крана направлені усередину або назовні прольоту будівлі (рис. 1.10, а, б).

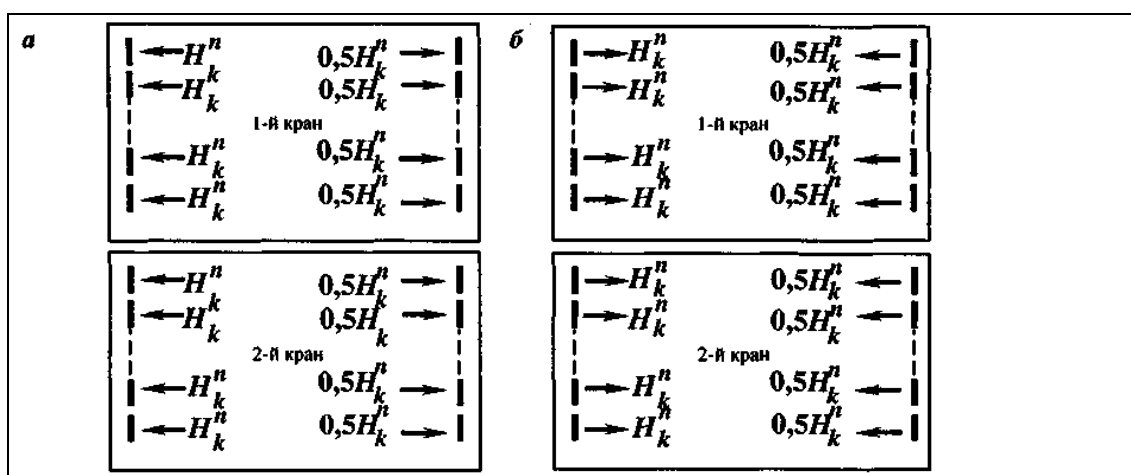


Рисунок 1.10. Варіанти прикладення бічних сил для багатоколісних кранів

Бічні сили багатокілісних кранів передаються на обидві сторони кранової колії. На кожній стороні крана бічні сили мають один напрямок – назовні або всередину прольоту, на різних коліях вони спрямовані у протилежні боки (обидві всередину прольоту або обидві назовні). На одній із колій приймається повна бічна сила, на іншій колії приймається половина від бічної сили.

1.5 Методи статистичної обробки вибірок випадкових величин

Загальний порядок формування і статистичної обробки вибірки випадкових величин

Об'єктом статистичного аналізу є вибірка значень випадкової величини, отримана в результаті вимірювань чи спостережень. За результатами статистичної обробки наявної вибірки, а також в отриманні закону розподілу випадкової величини зазвичай полягає завдання статистичного аналізу даних. Вибирати вид закону розподілу та визначати його параметри необхідно за числовими характеристиками. Такі характеристики називають вибірковими, або оцінками числових характеристик.

Вибірка складається з N однорідних даних (обсяг вибірки), X_i , які називають елементами вибірки. Статистичну обробку можна виконувати на персональних комп'ютерах в середовищі табличного процесора Microsoft Excel, який має широкий набір статистичних функцій.

Статистична обробка вибірок випадкових величин включає такий ряд перелічених етапів.

1. Формування вибірки даних на в електронному вигляді та її попередній аналіз з метою виявлення грубих помилок. Для цього слід відсортувати вибірку, визначити й оцінити мінімальне та максимальне значення. Це можна легко виконати в середовищі Microsoft Excel.
2. Побудова гістограми розподілу, яка графічно відображає імовірності реалізації різних значень випадкової величини.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						18
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

3. Обчислення числових характеристик, тобто розмаху вибірки, середнього значення, стандарту, коефіцієнта варіації).
4. Вибір виду закону розподілу для опису дослідженої випадкової величини, побудова кривої густини розподілу на гістограмі та візуальний аналіз їх відповідності.
5. Перевірка обраного закону розподілу на відповідність до дослідних даних з використанням критеріїв узгодженості.

Результатом статистичної обробки є числові характеристики та закон розподілу випадкової величини. Ці дані дозволяють знаходити імовірності попадання дослідженої величини в певні межі, встановлювати максимальні та мінімальні значення з заданою забезпеченістю, а також вирішувати інші наукові завдання імовірнісного характеру. Конкретні способи статистичної обробки, формули та функції Microsoft Excel, що їх реалізують, описані в посібнику [4].

1.6 Висновки з розділу та завдання досліджень

Ознайомившись з науковою та довідковою літературою про використання мостових кранів, впливу різних видів навантажень на кранові колії та їх експлуатацію можна зробити такі висновки:

1. Використання операцій вертикального та горизонтального транспортування вантажів різних вагових категорій на виробничих підприємствах можуть забезпечити мостові крани.
2. В залежності від мостового крана застосовують різні види кранових шляхів, де головною складовою рейкових колій мостових кранів є основні і додаткові деталі.
3. Мостові крани створюють вертикальні та горизонтальні навантаження на кранові колії. Горизонтальні навантаження слід враховувати при розрахунку стійкості і міцності рам, балок підкранових колії, кроквяних і підкроквяних конструкцій, колон а також фундаментів. Для кожного крану необхідно враховувати тільки одне бічне навантаження.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						19
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

4. Під повторною дією бічних сил відбувається поступове зміщення кранових рейок, тобто розладка колій мостових кранів. Надто великі перекоси в плані, звуження та розширення кранових колій призводять до значного зростання бічних сил і руйнування вузлів кріплення рейок до підкранових балок та кріплення підкранових балок до колон.
5. Для забезпечення нормальної роботи мостових кранів і сталевих конструкцій каркасів виробничих будівель необхідно систематично проводити моніторинг положення кранових колій у плані за результатами геодезичних зйомок.

Огляд літературних джерел дозволив сформулювати таку **мету досліджень** в магістерській роботі: за результатами геодезичних вимірювань проаналізувати відхилення колій мостових кранів від проектного положення в плані, виконати їх імовірнісний опис, а також виявити закономірності зміни в процесі експлуатації досліджених цехів.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

1. В середовищі Microsoft Excel створити базу даних з результатами геодезичних вимірювань, вибравши для аналізу прольоти цехів машинобудівного заводу з достатньо повними даними результатами геодезичних спостережень за положенням кранових колій у плані.
2. За наявними результатами геодезичних вимірювань в обраних цехах і прольотах обчислити відхилення кранових колій від проектного положення в плані, зокрема відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.
3. Виконати статистичний аналіз відхилень фактичної відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана у створі кожної з поперечних рам досліджених прольотів, обґрунтувати вид закону розподілу для їх імовірного подання.

4. Отримати статистичні характеристики відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана для кожного з досліджених прольотів та оцінити можливості виходу відхилень за встановлені нормами допустимі межі.
5. Проаналізувати зміни в часі відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана в усіх досліджених цехах та встановити швидкість розладки кранових колій у процесі експлуатації.
6. Розробити рекомендації щодо необхідної періодичності геодезичних спостережень та рихтування кранових колій з метою приведення їх до нормального технічного стану.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						21
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Розділ 2

РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ТА ЇХ ПОПЕРЕДНІЙ АНАЛІЗ

2.1 Об'єкти дослідження

Об'єктом дослідження були цехи колісного заводу у м. Кременчук, де проводилися геодезичні спостереження за відхиленнями кранових колій від проектного положення в плані. Для дослідження вибрані 18 прольотів різних цехів. Перелік прольотів наведений у підрозділі 2.4, таблиця 2.1. На рис. 2.1 – 2.9 наведені схематичні плани прольотів, в яких заштриховані ділянки вказують на найбільші зони вимірювань за весь час.



Рис. 2.1 – Головний корпус в осях 1-6.

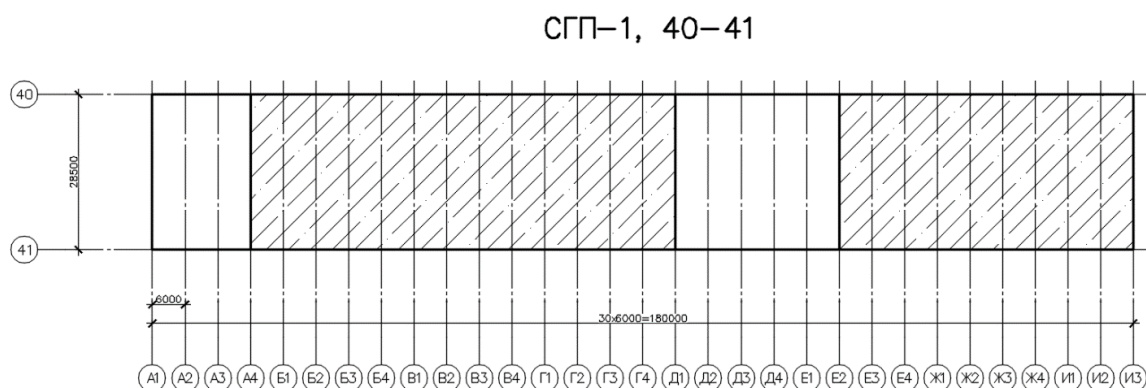


Рис. 2.2 – Проліт складу готової продукції №1 в осях 40-41.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						22
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

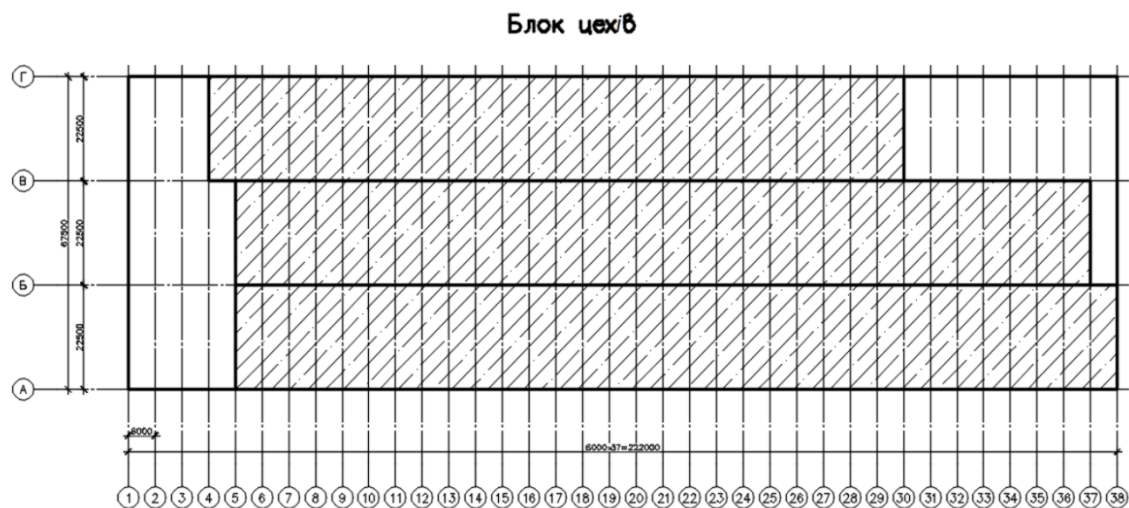


Рис. 2.3 – Прольоти блоку основних цехів

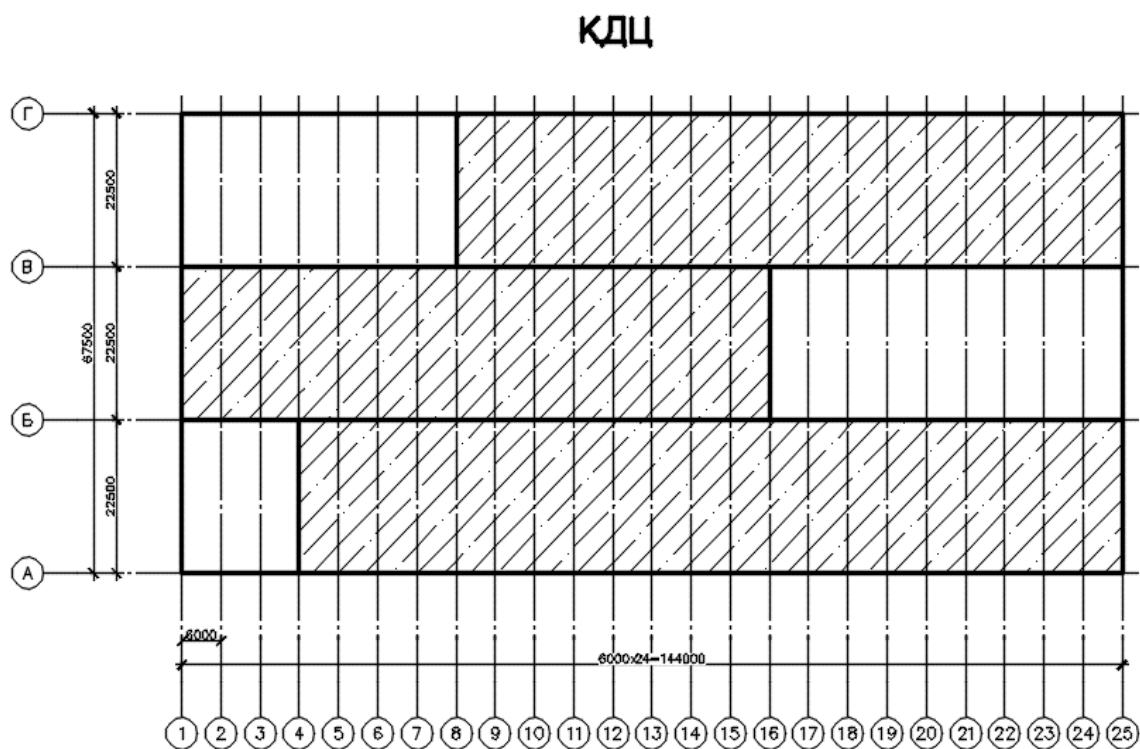


Рис. 2.4 – Прольоти корпусу допоміжних цехів.

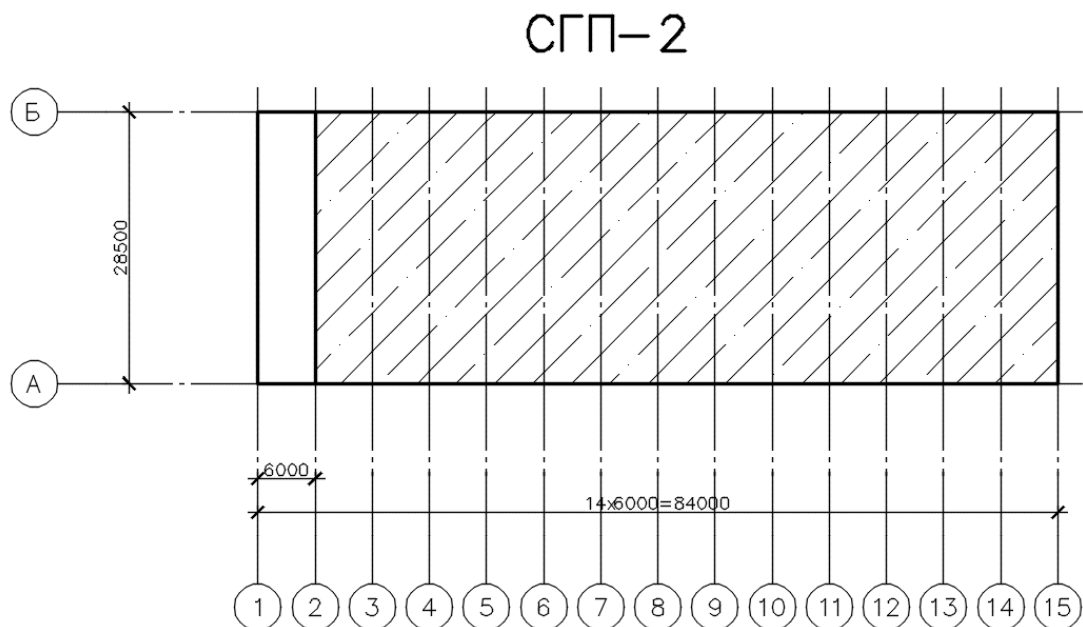


Рис. 2.5 – Проліт складу готової продукції №2.

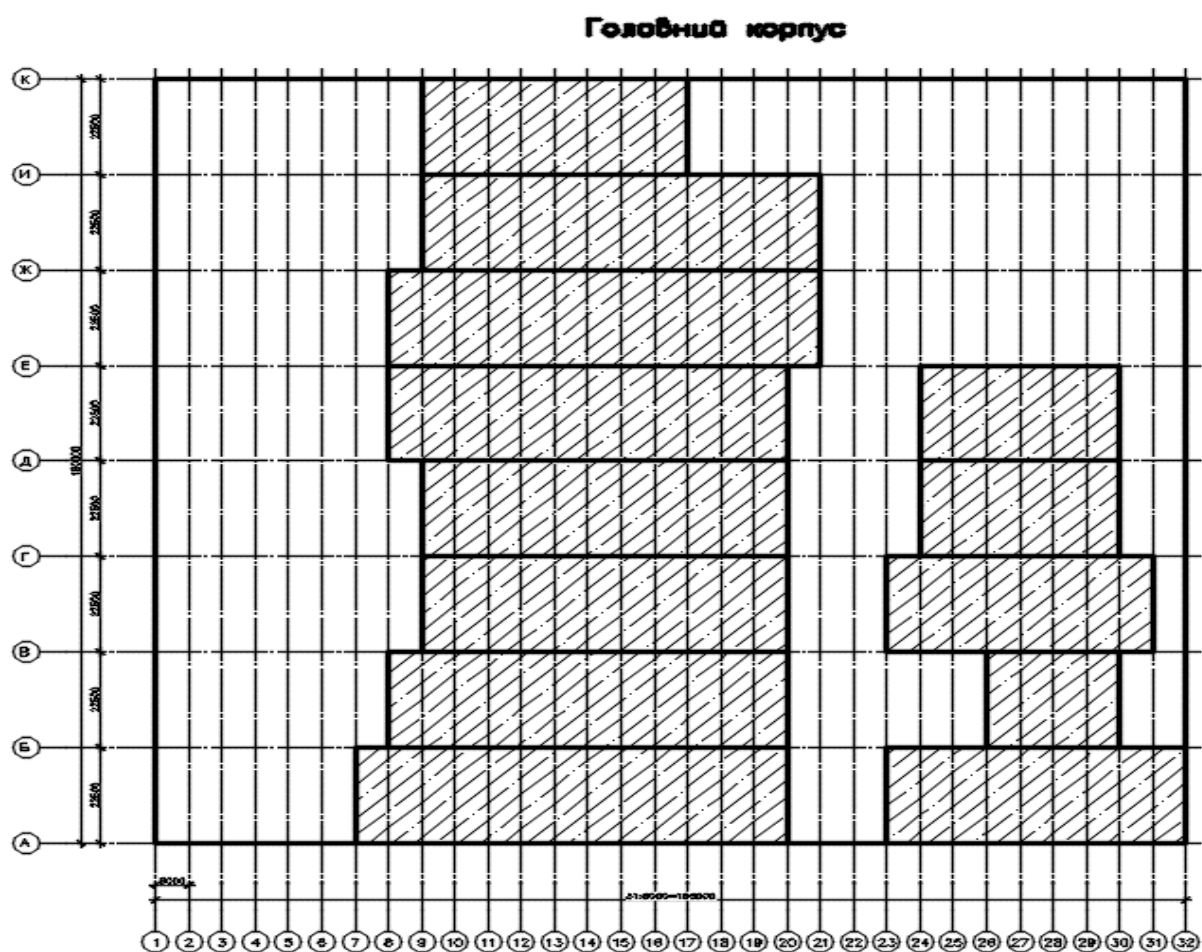


Рис. 2.6 – Високі та низькі прольоти головного корпусу в осях А-К.

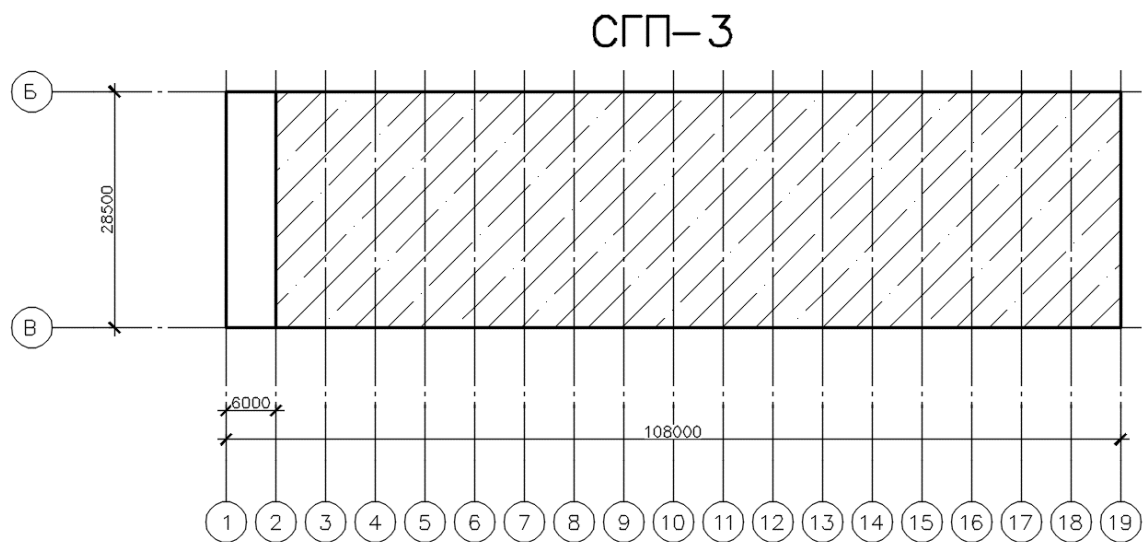


Рис. 2.7 – Проліт складу готової продукції №3

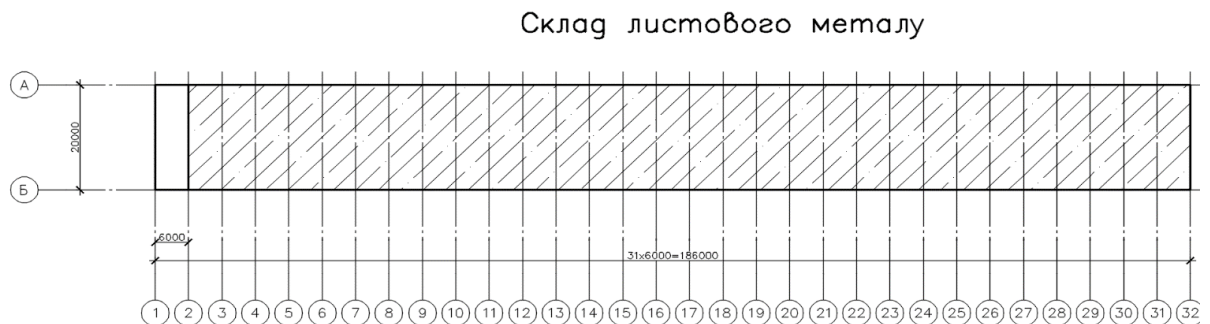


Рис. 2.8 – Проліт складу листового металу.

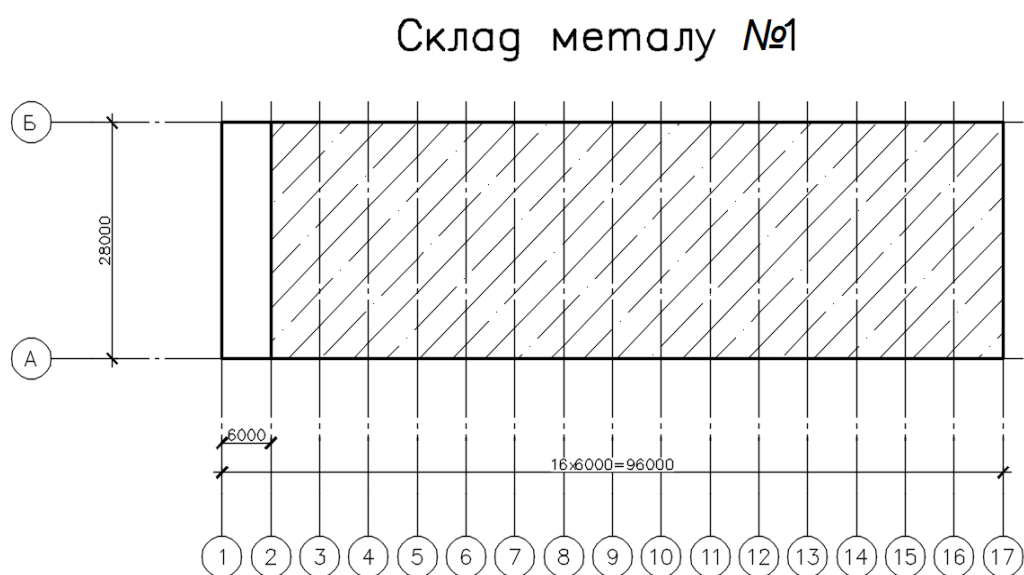


Рис. 2.9 – Проліт складу металу №1.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.2 Методика геодезичних вимірювань відхилень кранових колій від проектного положення в плані

Відхилення кранової колії від проектного положення не повинні перевищувати величин граничного відхилення рейкових колій від проектного положення, наведених в нормах [12]. Дефекти рейок кранової колії не повинні перевищувати критеріїв бракування рейкових колій.

При монтажі та вивірці осі рейок розбивають від основних осей будівлі. Якщо ширина колії не перевищує довжину рулетки, вісь однієї з рейок розбивають унизу на початку й кінці підкранової колії, а також рівномірно уздовж неї через 50 - 60м. Винесення осі рейки із закріплених унизу осьових точок наверх здійснюється теодолітами та приладами оптичного вертикального проектування. Можна проводити розбивку осі рейок нагорі, відкладаючи проектні розміри від осей колон.

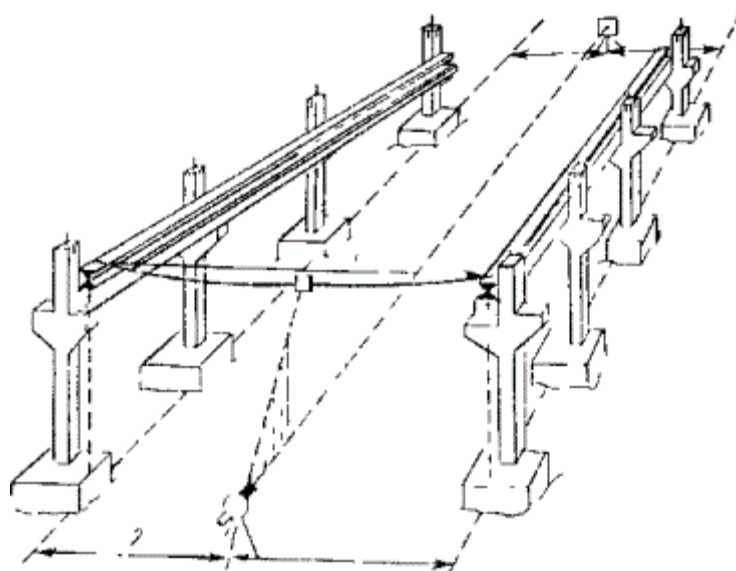


Рис. 2.10 Схема розбивки вісей рейок підкранового шляху

Для контролю положення рейки в плані застосовують лазерні прилади і марки, що переміщаються уздовж рейки. На марку наносять координатну сітку, яка дозволяє по світловому променю одночасно зчитувати відхилення осі рейки від створу і від горизонталі. Автоматичні системи для зйомки підкранових колій використовують лазери та фотоелектричні реєстратори. Такі системи монтують на мостових кранах, а результати вимірювань фіксують при русі крана.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						26
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2.3 Приклад подання результатів геодезичних вимірювань

У графічній формі дані вимірювань наводяться в спеціальних звітах. Отримані дані представляють собою числові значення відхилень у плані та по висоті та схематичні зображення прольотів.

Приклад подання результатів геодезичних вимірювань наведено на рис 1.2. За визначеними при спостереженнях в головному корпусі відмітками на осях В-Г будують схематичні зображення колій та розраховують їх висотні (ΔH_D , ΔH_E) та планові відхилення. У нижній частині зображено планове відхилення, а в верхній частині знаходиться графічне зображення відхилення колій від висотного положення. Дана форма подання результатів вимірювань в науково-технічних звітах [14] використовується для всіх інших прольотів.

Вимірювання проводились протягом чотирьох років, з 1981 по 1984 рік з приблизним інтервалом у один рік і загалом охоплюють близько двох десятків прольотів декількох цехів.

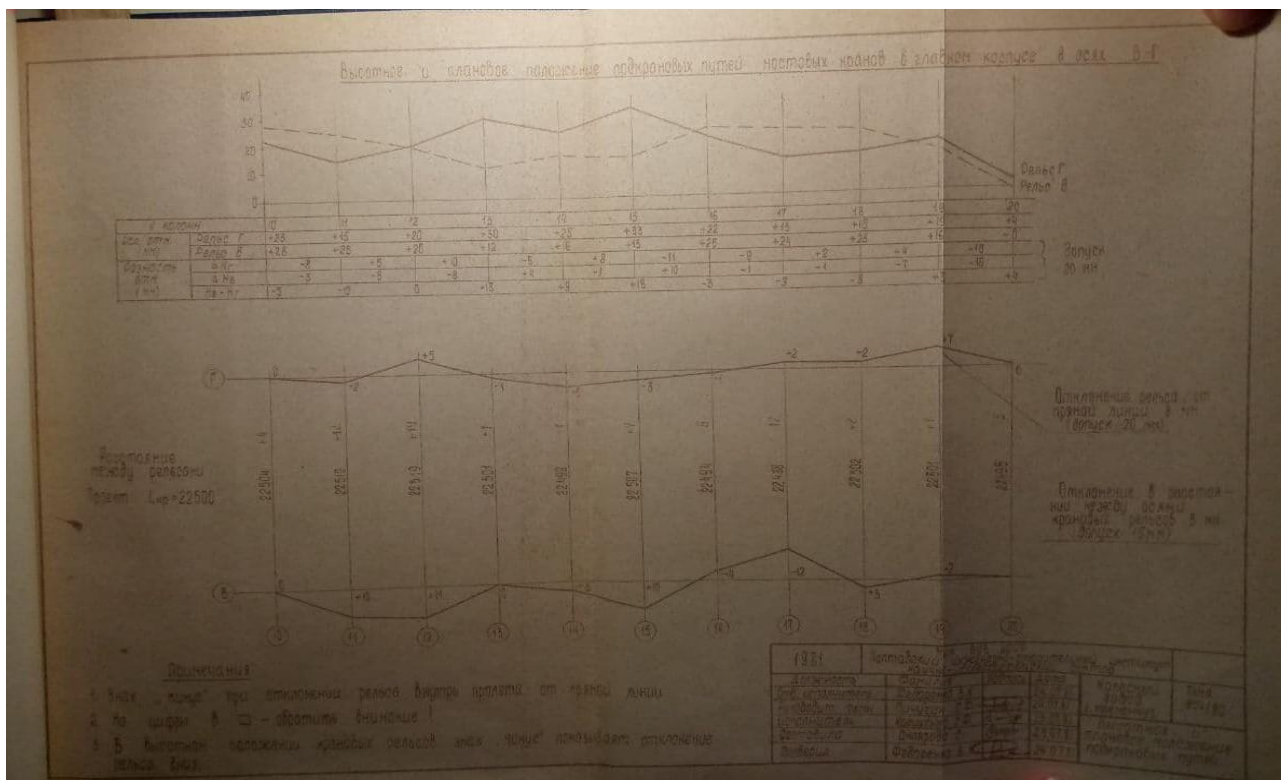


Рис 1.2 - Графік планово-висотного положення підкранових колій.

2.4 Результати геодезичних спостережень за положенням кранових колій у плані

Щоб проаналізувати результати вимірювань, у звітах було вибрано 18 прольотів, для яких наявні досить повні результати вимірювань. Перелік прольотів наведено у таблиці 1.1, в якій також зазначено роки, в яких проводилися спостереження та осі обраних прольотів.

Дивлячись на таблицю та рисунки 2.1 – 2.9, можна помітити що осі, які вимірювались, використовувались не з першої по порядку, а кількість осей на яких проводились вимірювання, дещо змінювалася. У різні роки обсяги вимірювань збільшувалися або зменшувалися. Причинами можуть бути важкодоступність певних зон колій або неможливість зйомки. Наведені у таблиці прольоти будуть використовуватись для подальшого аналізу.

Таблиця 1.1

Обсяг геодезичних вимірювань

Назва цеху та прольоту	Роки спостереження							
	1981 р.	Осі	1982 р.	Осі	1983 р.	Осі	1984 р.	Осі
Головний корпус 1-6			A2...I2	28	A2...I2	28	A2...Ж	23
Головний корпус (високі прольоти) А-Б	10...20	11	10...19	10	10...19	10	7...20	14
Головний корпус (високі прольоти) Б-В	9...20	12	9...19	11	9...19	11	8...20	13
Головний корпус (високі прольоти) В-Г	10...20	11	10...19	10	10...19	10	9...19	10
Головний корпус (високі прольоти) Г-Д	9...20	12	10...19	10	9...19	11	9...20	11
Головний корпус (високі прольоти) Д-Е	9...20	12	9...19	11	9...19	11	8...14	6
Головний корпус (високі прольоти) Е-Ж	10...21	12	9...20	12	9...20	12	10...20	11
Головний корпус (високі прольоти) Ж-И	9...21	13	9...21	13	9...21	13	9...18	9
Головний корпус (високі прольоти) И-К	10...17	8	9...17	9	9...17	9	10...17	8
Головний корпус (низькі прольоти) А-Б	22...23	2	23...32	10	23...32	10	23...32	10

Назва цеху та прольоту	Роки спостереження							
	1981 р.	Осі	1982 р.	Осі	1983 р.	Осі	1984 р.	Осі
Головний корпус (низькі прольоти) Б-В	26...30	5	26...30	5	26...30	5	26...30	5
Головний корпус (низькі прольоти) В-Г	23...31	9	23...31	9	23...31	9	24...30	7
Головний корпус (низькі прольоти) Г-Д	26...30	5	25...30	6	25...30	6	24...30	7
Головний корпус (низькі прольоти) Д-Е	25...30	6	25...30	6	25...30	6	24...30	7
Блок цехів А-Б	5...28	24	14...38	25	14...38	25	15...35	20
Блок цехів Б-В	5...28	24	15...37	23	15...37	23	16...36	21
КДЦ А-Б	4...23	20	4...25	21	4...25	21	4...17	14
КДЦ Б-В	8...12	5	1...16	17	1...16	17	4...16	13
КДЦ В-Г	17...24	24	8...22	15	8...22	15	8...23	16
СГП-1 40-41	А4...И2	23	Б1...И3	23	Б1...И4	23		
СГП-2 А-Б	2...15	14	2...15	14	2...15	14	2...15	14
СГП-3 Б-В	4...19	16	2...17	16	2...17	16		
Склад листового металу А-Б	2...32	31	3...30	28	3...30	28		

2.5 База даних геодезичних вимірювань

База даних була створена для обробки на основі результатів вимірювань у описаних вище звітах [15]. База даних створена у середовищі Microsoft Excel та представляє собою сукупність листів, приклад якого зображений на рис. 1.3. Такі розрахункові листи були зроблені за чотири роки вимірювань для кожного з обраних прольотів.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Робочий лист ділиться на 10 колонок де:

Осі – відповідно номери поперечних осей прольоту на яких виконувались вимірювання;

H_D, H_E – умовні висотні позначки головок кранових рейок двох рядів;

D_D, D_E – відхилення в горизонтальній площині від створів, орієнтованих на осі кранових рейок на початку та в кінці прольоту, знак «мінус» вказує на відхилення колій всередину прольоту, знак «плюс» – назовні;

$\Delta H_D, \Delta H_E$ – абсолютні значення перепадів висот головок кранових рейок на колонах кожного ряду;

ΔH_{II} – абсолютне значення перепадів висот на колонах різних рядів;

ΔL_i – обчислені шляхом інтерполювання відносно прямолінійних теодолітних створів відхилення ширини кранової колії від проектного значення.

1	Головний корпус, Осі В-Г				1981 р.						
2											
3							Вздовж		Поперек		
4	Осі	HD	HE	DD	DE		ΔHD	ΔHE	ΔHP	DB	ΔLi
5	7										
6	8										
7	9										
8	10	28	23	0	0				5	22504	4
9	11	25	15	10	-2	3	8	10	22503	11	
10	12	20	20	11	5	5	5	0	22502	18	
11	13	12	30	0	-1	8	10	18	22501	0	
12	14	16	25	3	-5	4	5	9	22500	-2	
13	15	15	33	10	-3	1	8	18	22500	7	
14	16	25	22	-4	-1	10	11	3	22499	-6	
15	17	24	13	-12	2	1	9	11	22498	-12	
16	18	23	15	3	2	1	2	8	22497	2	
17	19	16	19	-2	7	7	4	3	22496	1	
18	20	0	4	0	0	16	15	4	22495	-5	
19	21										
20	22										
21	23	0	2	0	0			2	22493	-7	
22	24	-2	4	0	-2	2	2	6	22493	-9	
23	25	-6	-10	-9	-3	4	14	4	22494	-19	
24	26	-15	-20	-9	3	9	10	5	22494	-12	
25	27	-6	-19	-3	-4	9	1	13	22494	-13	
26	28	0	-25	1	-5	6	6	25	22494	-10	
27	29	-10	-36	5	-6	10	11	26	22495	-7	
28	30	-15	-30	-8	-3	5	6	15	22495	-16	
29	31	-21	-38	0	0	6	8	17	22495	-5	
30											
31											

Рис. 1.3 Приклад занесення результатів вимірювань до бази даних

					КМР 19192199 ПЗ		Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата			30

Абсолютні значення визначаються за формулами:

$$\Delta_{H_{Di}} = |H_{Di} - H_{D(i-1)}|, \Delta_{H_{Ei}} = |H_{Ei} - H_{E(i-1)}|, \Delta_{H_{Pi}} = |H_{Di} - H_{Ei}| \quad (2.1)$$

Відхилення ширини кранової колії визначаються за формулою:

$$\Delta_{Li} = L_{Pi} - L + \Delta_{Di} + \Delta_{Ei} + \frac{L_K - L_{Pi}}{i_K - i_{Pi}} \times i \quad (2.2)$$

Результати всіх виконаних вимірювань у 18-ти прольотах за чотири роки наведені в додатку А.

2.6 Висновки з розділу

1. Об'єктами дослідження стали кранові колії основних та допоміжних цехів Кременчуцького колісного заводу у 18 прольотах. У кожному з цих прольотів протягом чотирьох років виконувалися геодезичні спостереження за положенням кранових колій у плані та по висоті.

2. Результати геодезичних вимірювань були оформлені у вигляді щорічних звітів, де надана графічна й таблична інформація про фактичне положення кранових колій обстежених цехів у плані.

3. Для статистичного аналізу горизонтальних відхилень кранових рейок від проектного положення з наявних результатів геодезичних вимірювань у середовищі Microsoft Excel створена електронна база даних. Для кожного з обстежених прольотів на окремому робочому аркуші Microsoft Excel представлені результати вимірювань протягом чотирьох років спостережень.

4. Створена база даних містить результати вимірювань положення кранових рейок у плані для 1203 поперечних осей, які були виконані в 18 прольотах протягом чотирьох років спостережень.

5. Загальний обсяг бази даних складає 2406 результатів вимірювань положення кранових рейок у плані, які дають змогу оцінити 1203 відхилення ширини кранових колій від номінального прольоту крана. Такий обсяг даних цілком достатній для проведення статистичного аналізу результатів та виявлення загальних закономірностей розлагоджування колій мостових кранів у процесі експлуатації цехів.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		31

Розділ 3

МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ З ПОЛОЖЕННЯ КРАНОВИХ КОЛІЙ У ПЛАНІ

3.1 Завдання й методика статистичного аналізу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.

За даними спостережень в головному корпусі по осях В-Г в 1981 році для прикладу побудована схема положення кранових колій в плані.

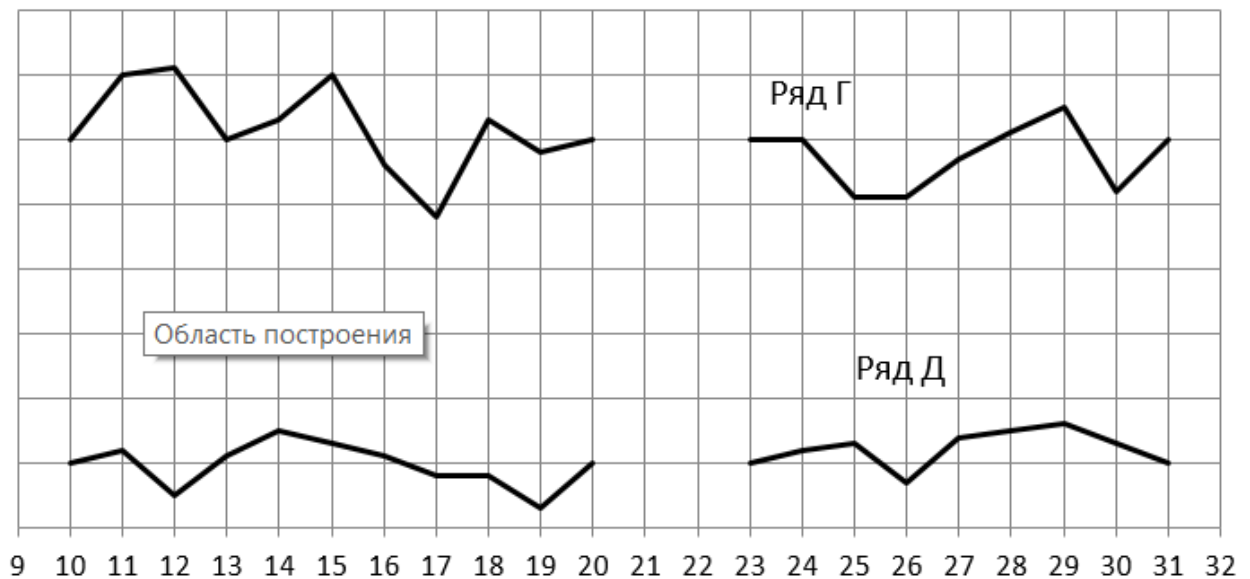


Рис. 3.1 Схема положення кранових колій в плані

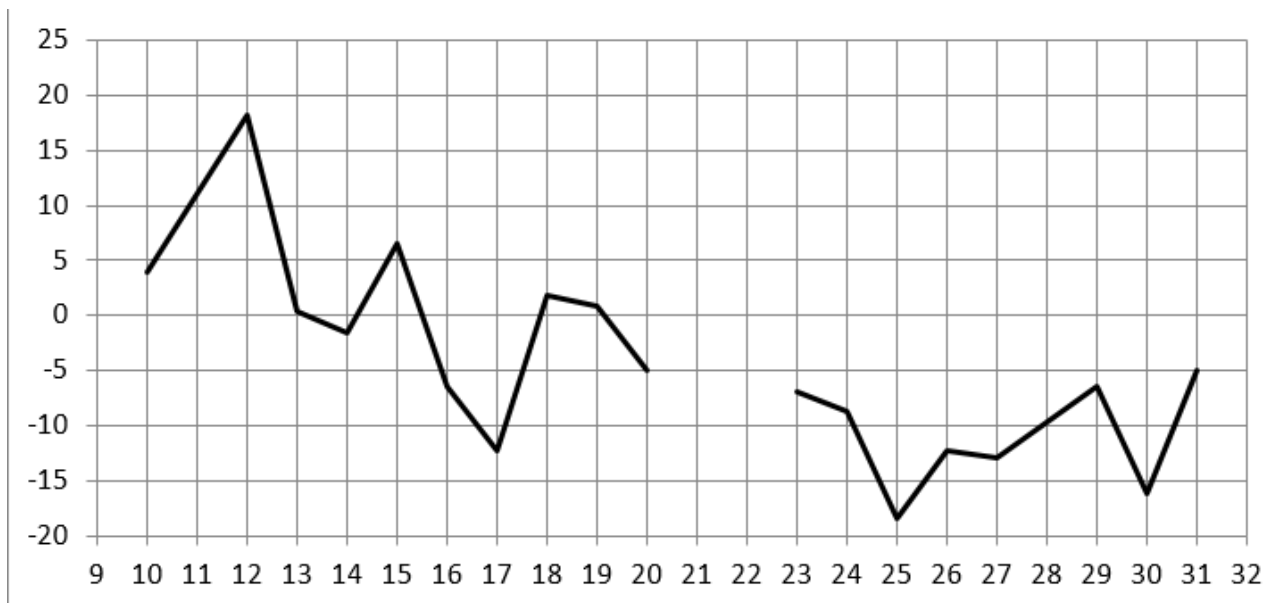


Рис. 3.2 Відхилення від проектного положення

На схемі положення кранових колій в плані (Рис.3.1) видно розриви, які пояснюються недоступністю вимірювання, а також видно що положення колій у плані змінюються досить хаотично, хоча й частково синхронно. На Рис.3.2 спостерігається, що в точці 10 значення відхилення від проектного положення відповідає 0, що є ідеальним положенням кранової колії, в точці 11 спостерігається значення близьке до 20 мм, що свідчить про те що кранові колії під дією навантаження рзширюються і навпаки якщо подивитися на точку 17 то значення близьке до -15 мм – це свідчить про звуження кранових колій.

Для обробки експериментальних даних використовуються відомі методи математичної статистики [5], в нашому випадку – аналіз відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана. Його завданням є:

- Визначення числових характеристик (коефіцієнт варіації, математичне сподівання, стандартне відхилення тощо);
- Вибір закону розподілу за обчисленими числовими характеристиками;
- Визначення імовірностей виходу відхилень за допустимі межі та їх зміни у часі.
- Аналіз змін відхилень в часі та виявлення швидкості розлагоджування положення кранових колій у плані.

Приведені дані геодезичних вимірювань являють собою випадкові величини, а тому характеризуються законами розподілу та числовими характеристиками. У середовищі Microsoft Excel були розраховані числові характеристики для кожного прольоту. Всі результати вимірювань, які були виконані за 4 роки у 18-ти прольотах машинобудівного заводу, базуються на розрахунку числових характеристик. Приклад статистичної обробки описаний нижче на прикладі цеху головного корпусу в осях В-Г за 1981 рік. Обробка виконана за методикою, викладеною в [6].

Визначення числових характеристик починається з формування вибірки, обсяг якої позначений як N . Відхилення ширини кранової колії від проектного значення обчислені шляхом інтерполювання відносно прямолінійних теодолітних створів за формулою:

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		33

$$\Delta_{Li} = L_{\Pi} - L + \Delta_{Ai} + \Delta_{Bi} + \frac{L_K - L_{\Pi}}{i_K - i_{\Pi}} \times i, \quad (3.1)$$

де L – проектне значення відстані між осями кранових колій;

L_{Π} та L_K – фактичні відстані між осями рейок колій на початку та в кінці зони вимірювань;

i_{Π} та i_K – номери поперечних координатних осей початку та кінця зони вимірювань;

i – порядковий номер поперечної рами (поперечної координатної осі);

Δ_{Ai} та Δ_{Bi} – виміряні відхилення окремих рейок від прямолінійних створів уздовж осей В-Г.

Статистична обробка кожної з отриманих вибірок виконується в середовищі Microsoft Excel. При цьому визначається розмах вибірки, середнє значення та стандарт за наведеними нижче формулами з [7].

Максимальний та мінімальний елемент вибірки які позначені як Min та Max (розмах вибірки) - визначається для кожної вибірки.

M - математичне сподівання або середнє значення, що дозволяє визначити положення центру розподілу випадкової величини і обчислюється за формулою:

$$M = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i, \quad (3.2)$$

Після визначення математичного сподівання (M) розраховується стандартне відхилення S , що є характеристикою міри розкиду елементів вибірки відносно центра розподілу та дорівнює:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - M)^2}{N - 1}}, \quad (3.3)$$

Обчислені числові характеристики для обраного прикладу наведені в таблиці 3.1 і використовуються для вибору закону розподілу а також для подальшої побудови гістограми розподілу.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Числові характеристики відхилень для прольоту В-Г

	ΔLi
N	20
Min	-19
Max	18
M	-3,89
S	9,27

Встановлення області визначення за допомогою отриманого раніше розмаху вибірки є першим кроком при побудові гістограми. Дана область ділиться на інтервали і залежно від обсягу вибірки обирається їхня кількість. Для обрання кількості інтервалів рекомендується таблиця 3.2 з [8], де **N** – обсяг вибірки, **L** – кількість інтервалів.

Таблиця 3.2

Рекомендації до кількості інтервалів.

N =	10 - 40	40 - 100	100 - 300	300 - 1000	1000 - 5000
L =	4 - 6	5 - 8	6 - 10	8 - 15	10 - 25

Межі інтервалів встановлюються за їх довжиною, що розраховується за формулою:

$$d = \frac{(X_{max} - X_{min})}{L} \quad (3.4)$$

Наступним кроком є визначення за допомогою функцій Microsoft Excel кількості відхилень що належать кожному інтервалу. Для прикладу зображено таблицю 3.3 за допомогою якої будувалась гістограма, де кількість відхилень у кожному інтервалі позначено як **N**.

Дослідна частота даних або імовірність попадання у визначені інтервали, позначена як P_d і обчислюється як кількість даних, що потрапили у інтервал, поділена на обсяг вибірки:

$$P_d = \frac{N_i}{N}, \quad (3.5)$$

Дані для побудови гістограми розподілу

Уздовж	N	f_d	f_T	P_d	P_T	H_i
-30	0		0,00084			116,799
-22	0	0	0,00651	0	0,02596	0,02596
-14	2	0,0125	0,02398	0,1	0,13984	0,01135
-6	8	0,05	0,04201	0,4	0,41357	0,00045
2	6	0,0375	0,03496	0,3	0,74032	0,26189
10	2	0,0125	0,01382	0,1	0,9341	0,7448
18	1	0,00625	0,0026	0,05	0,9911	0,89362
26	1	0,00625	0,00023	0,05	0,99939	0,90189
34	0	0	9,8E-06	0	0,99998	0,99998
42	0	0	2E-07	0	1	1
50	0	0	1,9E-09	0	1	1
58	0	0	8,6E-12	0	1	

Обчислення частоти даних дозволяє розрахувати густину імовірності для кожного інтервалу. Позначається як f_d і розраховується як ділення частоти на довжину кожного інтервалу:

$$f_d = \frac{P_{di}}{(d_i - d_{i-1})}. \quad (3.6)$$

Розраховані значення слугують для побудови гістограми розподілу, зображеної на рисунку 3.2.

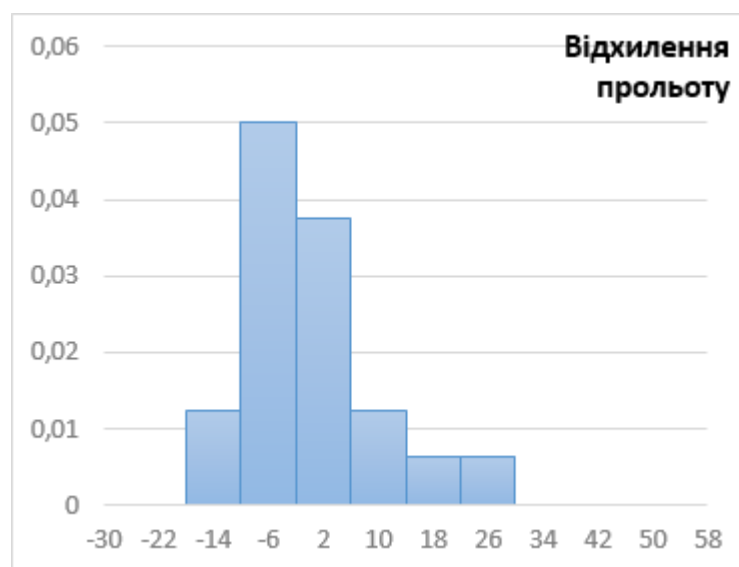


Рис. 3.2 – Гістограма розподілу відхилень кранових колій

Закон розподілу відхилень кранових колій від проектного положення з фізичної точки зору повинен наближатися до нормального унаслідок впливу дуже великої кількості різних факторів. Відхилення відстані між крановими рейками сусідніх рядів колон можуть бути додатними та від'ємними, що відображає наявність розширень та звужень кранових колій. Тому їх доцільно описати нормальним законом з густиною розподілу:

$$f_H(x) = \frac{1}{S \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x-M)^2}{2 S^2} \right], \quad (3.7)$$

де x – величина випадкового відхилення ширини кранової колії;

M, S – середнє значення й стандарт відхилень.

Можливість використання законів розподілу візуально підтверджується виглядом гістограми розподілу вибірок відхилень кранових колій від проектного положення, які для розглянутого вище прикладу наведені на рисунку 3.3. Гістограма розподілу відхилень від проектної відстані між осями кранових рейок ΔL близькі до симетричних пагорбоподібних, а нанесена на графіку крива густини розподілу загалом близька до дослідної гістограми.

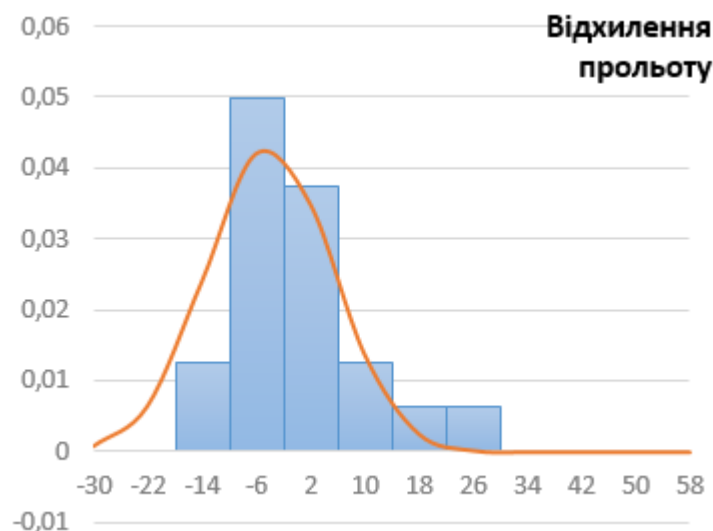


Рис 3.3 Гістограма розподілу відхилень кранових колій від проектного положення

Остаточне рішення щодо можливості застосування обраного закону розподілу приймається за результатами перевірки його узгодженості з дослідними даними. Для цього використовують спеціальні статистичні критерії узгодженості, найпоширенішим із яких є критерій Пірсона хі-квадрат. Статистику критерію Пірсона обчислюють за формулою:

$$\chi^2 = N \sum_{i=1}^L \frac{(P_{Di} - P_{Ti})^2}{P_{Ti}} \quad (3.8)$$

де L – кількість інтервалів;

N – обсяг вибірки;

P_{Di} – частота даних або імовірність попадання у визначені інтервали, за гістограмою розподілу;

P_{Ti} – теоретична імовірність попадання у визначені інтервали, за обраним законом розподілу.

За таблицею, наведеною в [9], визначається критичне значення для відомої кількості ступенів свободи та прийнятого рівня значимості. У випадку нормального закону розподілу число ступенів свободи дорівнює кількості інтервалів у гістограмі розподілу, зменшеній на 3. Рівень значимості зазвичай приймають $\alpha = 0,02 \dots 0,05$. Якщо отримане значення статистики критерію Пірсона (3.8) не перевищує критичне значення з таблиці [9], вважається, що нормальний закон розподілу не суперечить дослідним даним і може використовуватися для опису випадкової величини відхилень положення кранових колій у плані.

3.2 Числові характеристики відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана

За описаною методикою виконана статистична обробка випадкових величин відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана для кожного з чотирьох років спостережень у кожному з 18-ти обраних прольотів. В таблиці 3.4 поданий повний перелік числових характеристик

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		38

відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана. Таблиця охоплює 4 роки вимірювань і містить такі характеристики як обсяг вибірки, середнє значення та стандарте відхилення (N, M, S відповідно). У чотирьох випадках наявні результати лише для трьох років спостереження, що також відображено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Числові характеристики по усіх прольотах і роках

№ ПП	Проліт	Числові характеристики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
1	Головний корпус 1-6	N		29	29	23
		M		-2,09	-2,05	2,63
		S		7,45	8,79	7,62
2	Головний корпус А-Б	N	21	20	20	24
		M	-4,50	-16,10	-13,05	-13,63
		S	11,26	9,43	10,57	5,81
3	Головний корпус Б-В	N	16	16	16	18
		M	-8,13	-3,91	0,50	-2,50
		S	7,49	7,80	8,41	6,11
4	Головний корпус В-Г	N	20	19	19	18
		M	-3,98	-1,18	-0,45	-4,11
		S	9,27	6,34	7,27	4,61
5	Головний корпус Г-Д	N	17	15	17	19
		M	3,38	-0,53	-5,41	-1,21
		S	7,41	9,08	10,47	9,66
6	Головний корпус Д-Е	N	18	17	17	14
		M	0,94	8,21	9,85	0,54
		S	7,49	7,38	8,85	6,74
7	Головний корпус Е-Ж	N	12	12	12	11
		M	-8,83	1,42	3,50	0,59
		S	7,71	7,17	8,67	4,80
8	Головний корпус Ж-И	N	13	13	13	10
		M	-2,65	-8,54	-1,50	-10,80
		S	5,56	5,43	5,66	6,70
9	Головний корпус И-К	N	8	9	9	6
		M	11,25	-1,22	-1,11	55,33
		S	16,35	11,77	11,14	34,96
10	Блок цехів А-Б	N	24	25	25	21
		M	18,21	8,80	10,28	0,52
		S	10,37	7,07	9,13	4,03

№ ПП	Проліт	Числові характерис- тики	Роки			
			1981	1982	1983	1984
11	Блок цехів Б-В	N	24	23	23	21
		M	5,46	13,26	12,30	1,14
		S	10,99	6,29	8,44	4,74
12	КДЦ А-Б	N	20	22	22	13
		M	4,30	-10,23	-25,14	14,12
		S	4,50	10,19	21,02	9,38
13	КДЦ Б-В	N	5	16	16	13
		M	-21,40	-9,31	-8,69	-17,31
		S	4,99	11,11	13,57	8,64
14	КДЦ В-Г	N	8	13	13	14
		M	-0,88	-26,85	-29,81	-19,39
		S	7,26	12,31	23,69	8,52
15	СГП-1 40-41	N	23	23	23	
		M	-5,78	-13,28	-12,59	
		S	11,35	23,12	22,01	
16	СГП-2 А-Б	N	16	14	14	15
		M	-6,29	-6,86	-5,93	-4,10
		S	6,72	10,57	11,83	4,02
17	СГП-3 Б-В	N	16	16	16	
		M	-0,31	5,38	4,81	
		S	4,36	8,68	8,72	
18	Склад листового металу	N	31	28	28	
		M	-63,39	-47,75	-41,50	
		S	26,90	29,71	30,86	

Дані таблиці 3.4 дозволяють відслідкувати відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана та виявити найбільш розлагоджені колії, які потребують особливої уваги під час експлуатації цеху.

3.3 Закони розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана

З метою обґрунтування можливості використання нормального закону розподілу для опису відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана побудовані гістограми розподілу для усіх

прольотів та років спостереження. Усі 68 побудованих гістограм розподілів наведені в додатку Б. На рисунку 3.4 наведені характерні приклади гістограм розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана. Аналіз гістограм з додатка Б вказує на їх подібність до рисунка 3.4.

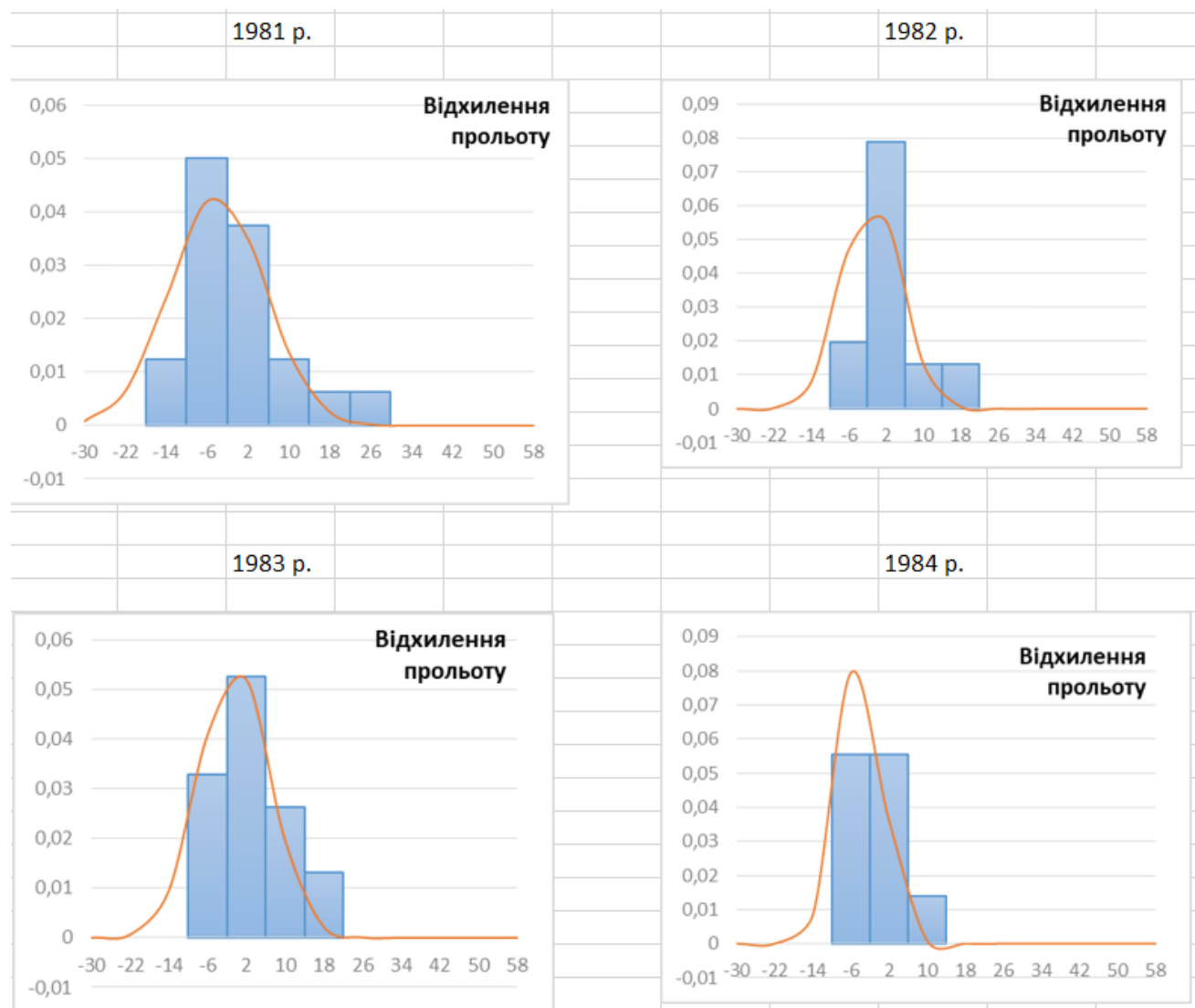


Рис. 3.4 - Гістограми розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана вздовж прольоту В-Г головного корпусу

За формою гістограм частот можемо припустити, що всі 4 рисунки розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана вздовж прольоту В-Г головного корпусу можуть описуватися нормальним законом розподілу.

З формули для визначення статистики критерію Пірсона хі-квадрат

$$\chi^2 = N \sum_{i=1}^L \frac{(P_{Di} - P_{Ti})^2}{P_{Ti}} \quad (3.9)$$

зрозуміло, що числове значення хі-квадрат є мірою невідповідності між частотами, що спостерігаються (даними), і очікуваними частотами. Як завжди, дані вибірки не повинні забезпечувати абсолютно точне представлення популяції. В цьому випадку пропорції або спостережувані частоти в вибірці не повинні бути точно рівними пропорціями в популяції. Таким чином, якщо є невеликі розбіжності між значеннями, ми отримуємо невелике значення для хі-квадрата і робимо висновок, що між даними і гіпотезою є гарна відповідність.

Для імовірнісного опису відхилень кранових колій використовується нормальний закон розподілу [10]. Правомірність його використання необхідно підтвердити на основі критерію узгодженості Пірсона [11]. Для цього за викладеною вище методикою побудовані гістограми розподілу всіх відхилень, підраховані кількості інтервалів в гістограмах L, обчислені статистики χ^2 критерію Пірсона та за допомогою функції Excel ХИ2.РАСП.ПХ(χ^2 ;L-3) визначені рівні значимості, на яких закон розподілу не суперечить дослідним гістограмам.

Наведена нижче таблиця 3.5 сформована з метою узагальнення результатів виконаних обчислень, методика яких була описана у попередньому підрозділі. Дані таблиці охоплюють 18 прольотів у періоді вимірювань за 4 роки (для чотирьох прольотів наявні дані лише за три роки спостережень). Для кожного прольоту й року в них наведені такі дані:

L – кількість інтервалів гістограми розподілу;

χ^2 – статистика критерію узгодженості Пірсона;

α – обчислений за дослідними даними рівень значущості.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						42
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5

Результати перевірки узгодженості за критерієм Пірсона для відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана

№ ПП	Проліт	Параметри	Роки			
			1981	1982	1983	1984
1	Головний корпус 1-6	L		5	5	7
		X^2		1,89	1,61	4,00
		α		0,596	0,657	0,549
2	Головний корпус А-Б	L	6	5	6	6
		X^2	6,73	9,84	4,63	1,66
		α	0,151	0,020	0,328	0,799
3	Головний корпус Б-В	L	5	6	6	5
		X^2	37,87	46,55	52,71	32,24
		α	3,01	1,89	9,81	4,65
4	Головний корпус В-Г	L	7	6	6	5
		X^2	76,79	49,55	46,68	19,30
		α	3,92	4,47	1,78	2,36
5	Головний корпус Г-Д	L	7	6	6	6
		X^2	50,05	50,10	65,64	67,39
		α	1,35	3,44	1,88	8,03
6	Головний корпус Д-Е	L	6	7	7	5
		X^2	61,24	41,47	52,57	32,46
		α	1,59	7,52	4,12	4,17
7	Головний корпус Е-Ж	L	5	5	6	5
		X^2	30,21	30,72	36,07	16,16
		α	1,24	9,73	2,79	1,05
8	Головний корпус Ж-И	L	5	4	5	4
		X^2	24,19	19,38	21,06	27,51
		α	2,28	6,16	1,02	1,06
9	Головний корпус И-К	L	7	7	6	7
		X^2	30,74	34,71	41,65	22,76
		α	1,05	1,72	1,96	3,75
10	Блок цехів А-Б	L	8	6	8	6
		X^2	4,24	6,36	6,73	5,61
		α	0,645	0,174	0,346	0,230
11	Блок цехів Б-В	L	9	5	6	5
		X^2	7,11	4,51	6,14	3,17
		α	0,418	0,212	0,189	0,365
12	КДЦ А-Б	L	6	6	8	8
		X^2	1,43	7,70	5,45	4,67
		α	0,839	0,103	0,487	0,587

№ ПП	Проліт	Параметри	Роки			
			1981	1982	1983	1984
13	КДЦ Б-В	L	3	6	6	4
		X^2	0,16	4,30	6,99	6,67
		α	0,693	0,366	0,136	0,036
14	КДЦ В-Г	L	5	5	5	4
		X^2	1,02	1,97	3,15	0,36
		α	0,797	0,578	0,369	0,833
15	СГП-1 40-41	L	6	6	8	
		X^2	5,88	7,56	11,78	
		α	0,208	0,109	0,067	
16	СГП-2 А-Б	L	6	5	4	4
		X^2	2,04	3,84	3,14	2,13
		α	0,729	0,279	0,208	0,345
17	СГП-3 Б-В	L	4	5	4	
		X^2	4,05	2,28	3,93	
		α	0,132	0,517	0,140	
18	Склад листового металу	L	6	5	6	
		X^2	5,38	6,33	9,23	
		α	0,251	0,097	0,065	

За результатами обчислень проведений узагальнюючий аналіз відповідності обраного закону розподілу до дослідних гістограм. Результати цього аналізу наведені в таблиці 3.6, де вказана кількість розподілів, які не суперечать дослідним даним на різних рівнях значимості.

Таблиця 3.6

Відхилення	Загальна кількість розподілів	Кількість розподілів, які не суперечать дослідним гістограмам на рівнях значимості				
		$\geq 0,2$	$\geq 0,1$	$\geq 0,05$	$\geq 0,02$	$\geq 0,01$
в плані	68	55	63	66	67	68
	100%	79,7%	91,3%	95,7%	97,1%	98,6%

Виконана перевірка підтверджує можливість використання нормального закону розподілу для імовірнісного подання відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.

3.4 Висновки з розділу

1. Результати геодезичних вимірювань положення кранових колій у плані, які протягом чотирьох років виконувалися у 18-ти прольотах машинобудівного заводу, оброблені методами математичної статистики як вибірки випадкових величин. За сформованими вибірками визначені числові характеристики та побудовані гістограми розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана. Для подальшого аналізу складені зведені таблиці числових характеристик.

2. Відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана можуть приймати додатні та від'ємні значення, тому для їх імовірнісного опису використано нормальний закон розподілу. Перевірка 68 побудованих гістограм розподілу за критерієм узгодженості Пірсона підтвердила можливість використання для їх опису нормального закону розподілу.

3. Отримані закони розподілу та числові характеристики дозволяють оцінити імовірності виходу відхилень за встановлені межі та проаналізувати зміни в часі експлуатації відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		45

Розділ 4

ЗМІНИ В ЧАСІ ВІДХИЛЕНЬ КРАНОВИХ КОЛІЙ В ПЛАНІ

4.1 Попередній аналіз змін в часі відхилень кранових рейок в плані

Моніторинг інтенсивності змін у часі відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана є одним з важливих завдань у проведеній нами роботі. Відхилення рейок від проектного положення є нормальним явищем, яке пояснюється результатом осідання основ та роботи мостових кранів, наслідком якої є деформація конструкцій. Описання змін числовими значеннями і систематизація необхідні, щоб проаналізувати швидкість розлагодження кранових колій за наведеною нижче методикою.

Попередньо обчислені числові характеристики відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана (таблиця 3.4) такі як максимальне значення, середнє та стандартне відхилення дозволяють побудувати графіки, за якими простежується динаміка змін у часі.

Таблиця 4.1

Зміни в часі характеристик відхилень кранових колій в плані

Назва прольоту	Параметри змін	Роки			
		1981	1982	1983	1984
Головний корпус 1-6	Звуження		-14,31	-16,47	-9,86
	Розширення		10,14	12,37	15,12
	Максимум		14,31	16,47	15,12
Головний корпус А-Б	Звуження	-22,96	-31,56	-30,39	-23,16
	Розширення	13,96	-0,64	4,29	-4,09
	Максимум	22,96	31,56	30,39	23,16
Головний корпус Б-В	Звуження	-20,41	-16,70	-13,29	-12,52
	Розширення	4,16	8,88	14,29	7,52
	Максимум	20,41	16,70	14,29	12,52
Головний корпус В-Г	Звуження	-19,18	-11,58	-12,36	-11,67
	Розширення	11,23	9,21	11,47	3,45
	Максимум	19,18	11,58	12,36	11,67
Головний корпус Г-Д	Звуження	-8,77	-15,42	-22,59	-17,05
	Розширення	15,53	14,35	11,76	14,63
	Максимум	15,53	15,42	22,59	17,05

Назва прольоту	Параметри змін	Роки			
		1981	1982	1983	1984
Головний корпус Д-Е	Звуження	-11,35	-3,89	-4,66	-10,51
	Розширення	13,24	20,30	24,37	11,59
	Максимум	13,24	20,30	24,37	11,59
Головний корпус Е-Ж	Звуження	-21,48	-10,35	-10,72	-7,28
	Розширення	3,81	13,18	17,72	8,46
	Максимум	21,38	13,18	17,72	8,46
Головний корпус Ж-И	Звуження	-11,78	-17,44	-10,79	-21,79
	Розширення	6,47	0,36	7,79	0,19
	Максимум	11,78	17,44	10,79	21,79
Головний корпус И-К	Звуження	-15,57	-20,52	-19,38	-2
	Розширення	38,07	18,07	17,16	112,67
	Максимум	38,07	20,52	19,38	112,67
Блок цехів А-Б	Звуження	1,20	-2,79	-4,70	-6,09
	Розширення	35,22	20,39	25,26	7,14
	Максимум	35,22	20,39	25,26	7,14
Блок цехів Б-В	Звуження	-12,57	2,94	-1,54	-6,52
	Розширення	23,49	23,58	26,15	8,91
	Максимум	23,49	23,58	26,15	8,91
КДЦ А-Б	Звуження	-3,07	-26,93	-59,62	-1,26
	Розширення	11,67	6,48	9,34	29,49
	Максимум	11,67	26,93	59,62	29,49
КДЦ Б-В	Звуження	-29,59	-27,53	-30,95	-31,47
	Розширення	-13,21	8,91	13,57	-3,14
	Максимум	29,59	27,53	30,95	31,47
КДЦ В-Г	Звуження	-12,78	-47,03	-68,66	-33,57
	Розширення	11,03	-6,66	9,05	-5,42
	Максимум	12,78	47,03	68,66	33,37
СГП-1 40-41	Звуження	-24,39	-51,20	-48,68	
	Розширення	12,83	24,64	23,50	
	Максимум	24,39	51,20	48,68	
СГП-2 А-Б	Звуження	-17,30	-24,48	-25,33	-10,70
	Розширення	4,73	10,77	13,47	2,50
	Максимум	17,30	24,48	25,33	10,70
СГП-3 Б-В	Звуження	-7,46	-8,85	-9,48	
	Розширення	6,84	19,60	19,11	
	Максимум	7,46	19,60	19,11	
Склад металу А-Б	Звуження	-107,49	-96,48	-92,11	
	Розширення	-19,28	0,98	9,11	
	Максимум	107,49	96,48	92,11	
					Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата	КМР 19192199 ПЗ
					47

На рисунку 4.1 зображені графіки змін у часі відхилень відстані між крановими рейками в плані, побудовані на основі числових характеристик (**Max**, **M**, **S**) прольоту головного корпусу в осях В-Г. Такі графіки виконані для кожного обраного прольоту та наведені в додатку В.

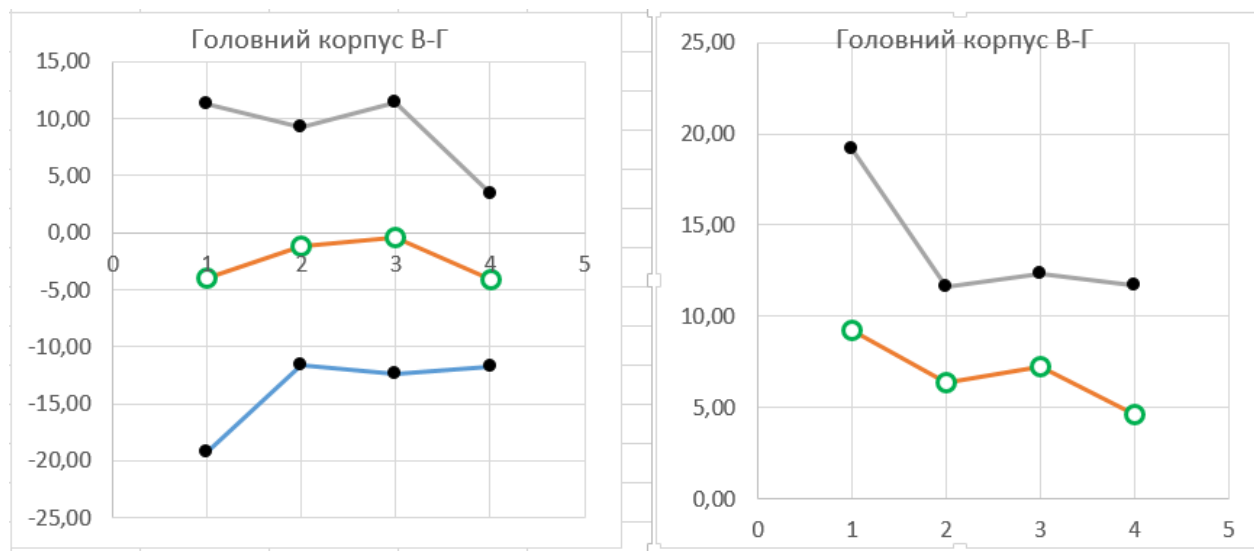


Рис. 4.1 Графіки змін у часі характеристик відстані між крановими рейками

На наведених графіках зображені три характеристики. Ліві графіки містять максимальні відхилення в обидві сторони та середні значення відхилень. На правих графіках зображені стандарти відхилень та найбільші по модулю відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.

Графіки змін в часі мають різний вигляд. Поясненням цьому явищу є виконана в цей період рихтовка кранових колій. Для прогнозування розвитку відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана необхідно встановити осереднені швидкості зростання найбільших по модулю відхилень відстані між крановими рейками. Так як точно невідомо, коли відбувалась повна або локальна рихтовка, критерієм для визначення часу її проведення є різке зменшення відхилень, що визначається візуально за побудованими графіками. Такі зменшення внаслідок рихтовки виключаються із аналізу швидкості розладки колій.

4.2 Швидкість наростання відхилень кранових колій в плані

та міжремонтний період

Для числового опису швидкості змін проаналізованих відхилень за зовнішнім виглядом графіка, подібного до рисунка 4.1, обираються періоди наростання відхилень (як правило перші три точки). За ними у середовищі Microsoft Excel проводиться розрахунок нахилу характеристик за допомогою функції НАКЛОН. Отримані значення занесені у таблицю 4.2 для кожної характеристики у колонці «Приріст відхилень».

При наявності перепадів у графіках виникають підозри про виконану рихтовку. В цьому разі розраховується зменшення характеристики як різниця між значеннями, де відхилення зростає, та значенням при якому відбувався різкий спад. Результати розрахунків вказані в таблиці 4.2 в колонці під назвою «Результат рихтування».

Таблиця 4.2

Приріст відхилень та міжремонтний період

	Назва прольоту	Приріст відхилень	Результат рихтування	Міжремонтний період
1	Головний корпус 1-6	0,41		24,4
2	Головний корпус А-Б	3,71	7,2	2,7
3	Головний корпус Б-В	-2,61		
4	Головний корпус В-Г	0,05		200,0
5	Головний корпус Г-Д	3,53	5,5	2,8
6	Головний корпус Д-Е	5,56	12,8	1,8
7	Головний корпус Е-Ж	-3,45		
8	Головний корпус Ж-И	2,34		4,3
9	Головний корпус И-К	22,27		0,4
10	Блок цехів А-Б	-7,94		
11	Блок цехів Б-В	1,33	17,2	7,5
12	КДЦ А-Б	23,97	30,1	0,4
13	КДЦ Б-В	0,91		11,0
14	КДЦ В-Г	27,94	35,3	0,4
15	СГП-1 40-41	12,14		0,8
16	СГП-2 А-Б	4,01	14,6	2,5
17	СГП-3 Б-В	5,82		1,7
18	Склад металу А-Б	-7,69		
	Максимум	27,94		0,4
	Середнє	8,14		1,2

Останні рядки таблиці містять найбільші значення наведених характеристик з усіх обстежених прольотів. За даними таблиці 4.2 на рисунку 4.2 побудована діаграма, яка відображає річні прирости відхилень для усіх обстежених прольотів.

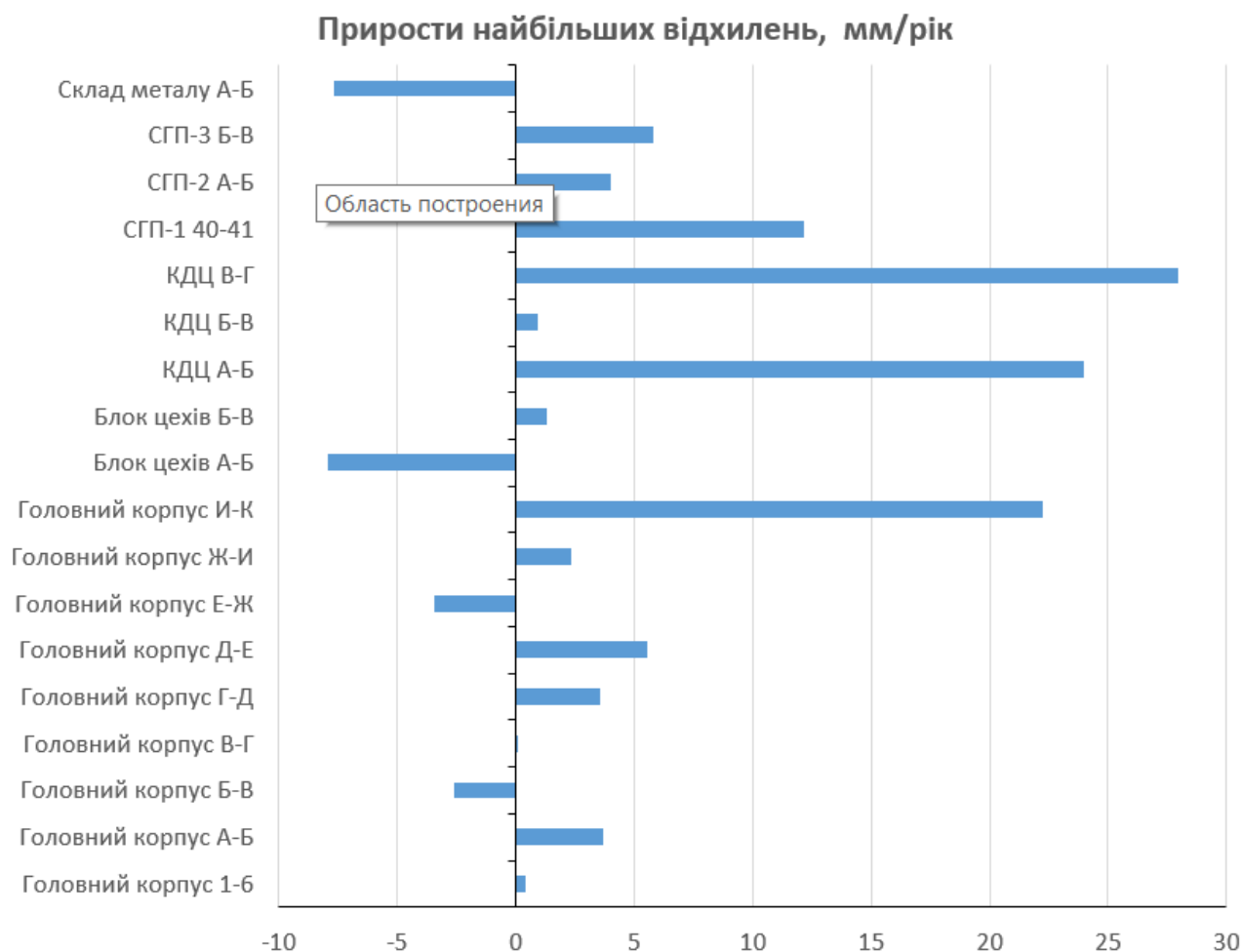


Рис. 4.2 – Швидкість зростання максимальних відхилень
кранових рейок в плані

Діаграма, побудована на рисунку 4.1 за даними таблиці 4.1, дозволяє візуально проаналізувати річні прирости максимальних за абсолютною величиною відхилень кранових колій від проектного положення в плані. З рисунку 4.2 видно, що річний приріст перепадів змінюється хаотично від прольоту до прольоту. Більшість приростів є додатними, що вказує на наростання розладки кранових колій у плані.

Виявлені річні прирости перепадів відхилення кранових рейок у плані по суті відображають швидкості розладки кранових колій і можуть бути використані для наближеного прогнозування необхідної періодичності рихтування кранових колій. Наведені в останньому стовпці таблиці 4.2 міжремонтні періоди визначені шляхом ділення залишкового допуску на швидкість відхилення кранових колій протягом року. Залишковий допуск прийнято рівним різниці між встановленим в нормах [20,21] допустимим відхиленням відстані між рейками 15 мм та можливим початковим відхиленням 5 мм, яке відповідає досить якісному монтажу кранових колій чи їх рихтовці в процесі експлуатації.

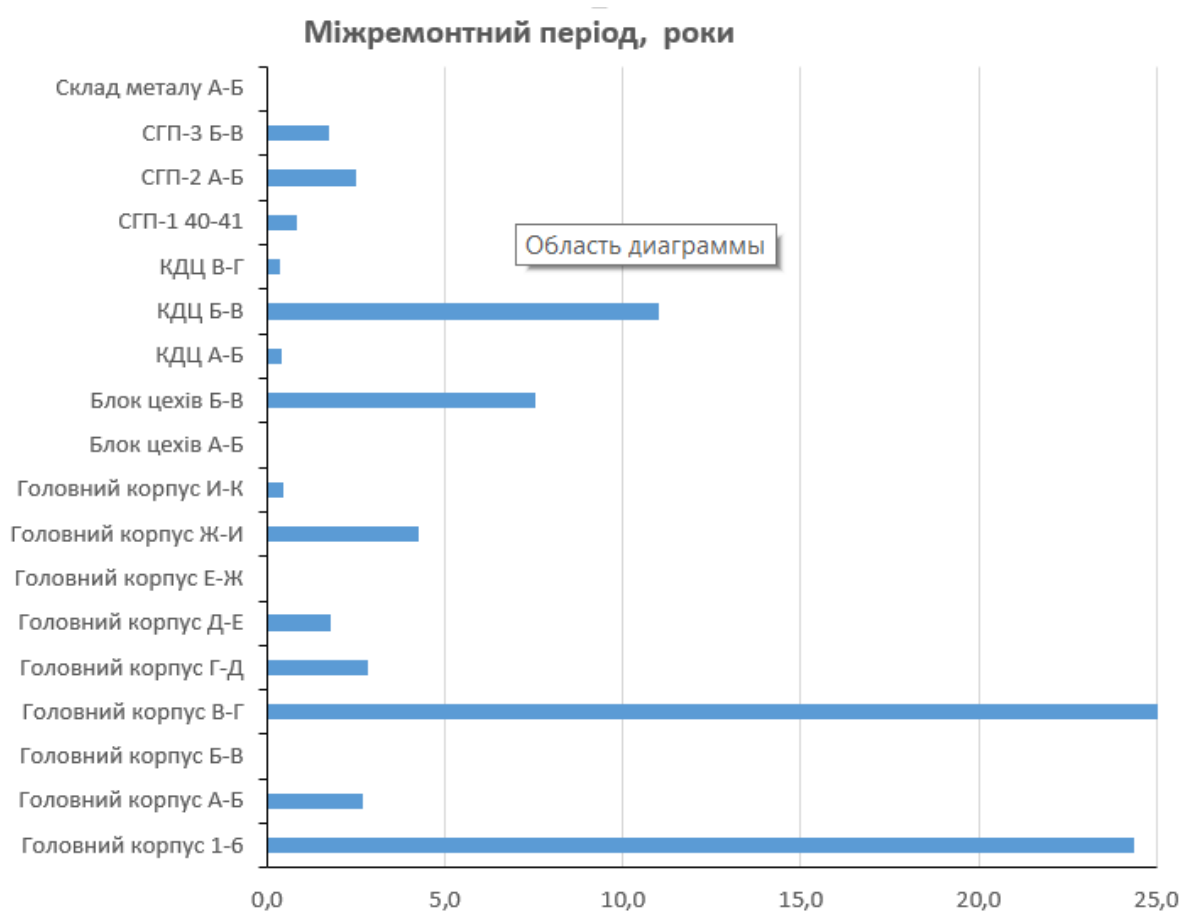


Рис.4.3 Прогноз необхідної періодичності рихтування кранових колій

Показані в таблиці 4.1 і на рисунку 4.3 значення міжремонтних періодів показують, що геодезичні зйомки положення кранових колій в плані слід виконувати щорічно, а для деяких прольотів раз на два роки. Міжремонтний

період дуже сильно відрізняється для різних прольотів, що не дозволяє надати достовірний узагальнений прогноз. На практиці рекомендується виконувати аналогічне прогнозування для кожного прольоту окремо за даними двох послідовних геодезичних обстежень.

4.3 Висновки з розділу

1. На побудованих графіках зображено стандартні відхилення, максимальні відхилення та середні значення, які були виміряні на протязі чотирьох років і взяті для аналізу змін числових характеристик в часі. Графіки, дозволяють прослідкувати за динамікою змін характеристик розладки кранових колій у часі протягом 4 років спостережень виконані для кожного з 18-ти прольотів.

2. За допомогою побудованих графіків був проведений числовий опис змін в часі характеристик перепадів відхилень кранових колій в плані. В таблицю були внесені результати розрахунку перепадів відхилень кранових колій в плані. Діаграми, побудовані за даними таблиці, дозволили проаналізувати максимальні відхилення кранових колій в плані.

3. Аналіз найбільших швидкостей приросту відхилень планових колій в плані дозволив орієнтовно спрогнозувати періодичності рихтування колій. Для кожного з прольотів значення міжремонтних періодів є різним.

4. Результати досліджень показали, що для більшості прольотів геодезичні зйомки положення кранових колій в плані слід виконувати щорічно. Вирівнювання кранових колій слід виконувати один раз на 1...5 років.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведені у роботі дослідження та аналіз технічного стану колій мостових кранів за критерієм відхилень від проектного положення в плані дозволяють зробити такі висновки:

1. За даними наявних науково-технічних звітів, де наведено результати геодезичних вимірювань відхилень кранових колій від проектного положення в плані, проаналізовано стан кранових колій основних та допоміжних цехів Кременчуцького колісного заводу у 18 прольотах. У кожному з цих прольотів протягом чотирьох років виконувалися геодезичні спостереження за положенням кранових колій у плані.
2. Для статистичного аналізу горизонтальних відхилень кранових рейок від проектного положення з наявних результатів геодезичних вимірювань у середовищі Microsoft Excel створена електронна база даних. Для кожного з обстежених прольотів на окремому робочому аркуші Microsoft Excel представлені результати вимірювань протягом чотирьох років.
3. Результати геодезичних вимірювань положення кранових колій у плані у 18-ти прольотах машинобудівного заводу оброблені методами математичної статистики як вибірки випадкових величин. За сформованими вибірками визначені числові характеристики та побудовані гістограми розподілу відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана. Для подальшого аналізу складені зведені таблиці числових характеристик.
4. Відхилення відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана можуть приймати додатні та від'ємні значення, тому для їх імовірнісного опису використано нормальний закон розподілу. Перевірка 68 гістограм розподілу за критерієм узгодженості Пірсона підтвердила можливість використання для їх опису нормального закону розподілу.
5. Отримані закони розподілу та числові характеристики дозволяють оцінити імовірності виходу відхилень за встановлені межі та проаналізувати зміни в часі експлуатації відхилень відстані між крановими рейками від номінального прольоту крана.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		53

6. За допомогою побудованих графіків був проведений числовий опис змін в часі характеристик перепадів відхилень кранових колій в плані. Результати обчислення річних перепадів відхилень кранових колій в плані занесені в таблицю, за даними якої побудовані діаграми максимальних відхилень кранових колій в різних прольотах.
7. Аналіз швидкості зростання відхилень та прогнозування міжремонтних періодів показали, що в більшості прольотів геодезичні зйомки положення кранових колій в плані слід виконувати щорічно, а необхідність у вирівнюванні кранових колій може виникнути один раз на 1...5 років.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						54
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

CONCLUSIONS RESULTS OF RESEARCH

The researches and the analysis of a technical condition of tracks of bridge cranes carried out in work by criterion of deviations from design position in the plan allow to draw the following conclusions:

1. According to the available scientific and technical reports, which show the results of geodetic measurements of deviations of crane tracks from the design position in the plan, analyzed the condition of crane tracks of the main and auxiliary shops of Kremenchug Wheel Plant in 18 spans. In each of these spans, geodetic observations of the position of the crane tracks in the plan were performed for four years.
2. For statistical analysis of horizontal deviations of crane rails from the design position from the available results of geodetic measurements in Microsoft Excel created an electronic database. For each of the surveyed flights on a separate worksheet Microsoft Excel presents the results of measurements over four years.
3. The results of geodetic measurements of the position of crane tracks in the plan on the 18 spans of the machine-building plant were processed by methods of mathematical statistics as a sample of random variables. Numerical characteristics are determined from the formed samples and histograms of distribution of deviations of distance between crane rails from nominal span of the crane are constructed. For further analysis, summary tables of numerical characteristics are compiled.
4. Deviations of the distance between the crane rails from the nominal span of the crane can take positive and negative values, so for their probabilistic description the normal distribution law is used. Examination of 68 distribution histograms by Pearson's consistency criterion confirmed the possibility of using a normal distribution law to describe them

					KMP 19192199 ПЗ	Аркуш
						55
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

5. The obtained distribution laws and numerical characteristics allow to estimate the probabilities of deviations beyond the established limits and to analyze changes in the operation time of deviations of the distance between the crane rails from the nominal span of the crane.
6. With the help of the constructed graphs the numerical description of changes in time of characteristics of deviations of crane tracks in the plan was carried out. The results of the calculation of the annual differences in the deviations of the crane tracks in the plan are listed in the table, according to which diagrams of the maximum deviations of the crane tracks in different spans are constructed.
7. Analysis of the growth rate of deviations and forecasting of maintenance periods showed that in most spans geodetic surveys of crane tracks in the plan should be performed annually, and the need to align crane tracks may occur once every 1... 5 years.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						56
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Крани мостового типу. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://kzk.kiev.ua/helpful_and_interesting-ua/1040
2. Технические характеристики мостовых кранов. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://arendavlg.com/kраны/tehnicheskie-harakteristiki-mostovyh-kranov.html>
3. Описание устройства мостового крана | Все о спецтехнике. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [Http://spez-tech.com/tehnika/stroitel'naya/kраны/mostovyye/ustroystvo-tipyi-primenenie.html](http://spez-tech.com/tehnika/stroitel'naya/kраны/mostovyye/ustroystvo-tipyi-primenenie.html)
4. Виды и характеристики двухбалочных мостовых кранов. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.realto.ru/journal/articles/vidy-i-harakteristiki-mostovyh-kranov/>
5. Мостовые подъемные краны: основные характеристики. . [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://telfermag.ru/stati/mostovye-podemnyye-kраны-osnovnye-kharakteristiki>
6. Технічні характеристики мостових кранів - Спецтехніка та обладнання. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://gardenunion.com.ua/tekhichni-kharakterystyky-mostovykh-kraniv-09/>
7. Підкранові колії мостових кранів. Кранові колії мостових кранів: магнітні, крюки, грейфери. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://remontantenn.ru/uk/plumbing/crane-runways-of-overhead-cranes-craneways-of-bridge-cranes-magnetic-hook-clamshell/>
8. Горизонтальні кранові навантаження [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://studopedia.su/20_57478_gorizontalni-kranovi-navantazhennya.html
9. Пичугин С.Ф. Надежность стальных конструкций производственных зданий: [Текст]: монография. – Полтава: ООО «АСМИ», 2009.-с.79-84

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						57
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

10. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / А.В. Перельмутер, В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лащенко, А.В.Махинько, В.А. Пашинский, С.Ф. Пичугин / Под общей ред. А.В. Перельмутера. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательство СКАД СОФТ, издательство АСВ, издательство ДЦМК Пресс, 2014. - с.106 - 132
11. 7 Кранові навантаження [Електронний ресурс]. Режим доступу:
<https://studfile.net/preview/5131327/page:4/>
12. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / А.В. Перельмутер, В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лащенко, А.В.Махинько, В.А. Пашинский, С.Ф. Пичугин / Под общей ред. А.В. Перельмутера. – 4-е изд., перераб. – М.: Издательство СКАД СОФТ, издательство АСВ, издательство ДЦМК Пресс, 2014. - с.108 – 115
13. Статистичні методи в інженерних дослідженнях. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти з інженерних спеціальностей. / В.А. Пашинський: – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 106 с.
14. Пашинський В.А. Статистичний аналіз результатів геодезичних зйомок колій мостових кранів у виробничих будівлях / Пашинський В.А., Тихий А.А., Пашинський М.В., Пічугін С.Ф. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – ОДАБА, 2020. – Випуск 81. – с. 87 – 97.
15. Отчёт по научно-исследовательской работе на тему «Исследование технического состояния и надежности стальных несущих конструкций цехов колесного завода»: Т. 2 : Полтава : Полтавский инженерно-строительный институт, 1981 г. – 83 с.
16. Отчёт по научно-исследовательской работе на тему «Исследование технического состояния и надежности стальных несущих конструкций цехов колесного завода»: Т. 3 : Полтава : Полтавский инженерно-строительный институт, 1982 г. – 75 с.
17. Отчёт по научно-исследовательской работе на тему «Исследование технического состояния и надежности стальных несущих конструкций

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						58
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

цехов колесного заводу» : Т. 4 : Полтава : Полтавський інженерно-
строительний інститут, 1984 г. – 31 с.

18. Магістерська робота : метод. рекомендації для здобувачів освіти спеціальностей :192 - Будівництво та цивільна інженерія, 133 - Галузеве машинобудування / [уклад. : В. А. Пашинський, В. А. Настоящий] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. будівельних, дорожніх машин і будівництва. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 33 с.
19. ГОСТ 6711-70 «Крани мостові електричні загального призначення вантажопідйомністю від 80 до 320 т». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293802/4293802565.pdf>
20. Клименко Ф. Є., Барабаш В. М., Стороженко Л. І. Металеві конструкції / За ред. Ф. Є. Клименка: Підручник – 2-ге вид, випр і доп – Львів: Світ, 2002. – 312 с.
21. Курс лекцій із дисципліни «Металеві конструкції» для студентів підготовки бакалаврів спеціальності 0901 «Будівництво та цивільна інженерія». Частина 3 «Елементи сталевих каркасів ОББ» – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 67 с. URL: <http://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/5163/1/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0%203-27.07.2018-3a.pdf> (дата звернення 23.09.21)

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						59
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток А -- БАЗА ДАНИХ

Блок цехів, осі А-Б 1981 р.

Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	Вздовж		Поперек		Проліт		ДА	ДБ
					ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ				
4							6	22536	36	50	0	
5	34	28	0	0			8	22535	39	54	0	
6	33	25	4	0	1	3	25	22534	32	48	0	
7	39	14	-2	0	6	11	15	22533	19	46	10	
8	35	20	-4	-10	4	6	9	22533	29	52	6	
9	26	17	2	-6	9	3	18	22532	27	48	3	
10	30	12	-2	-3	4	5	26	22531	25	46	2	
11	31	5	-4	-2	1	7	32	22530	22	47	5	
12	32	0	-3	-5	1	5	22	22529	25	44	-2	
13	28	6	-6	2	4	6	14	22528	14	33	-3	
14	24	10	-17	3	4	4	2	22527	13	26	-10	
15	19	17	-24	10	5	7	3	22526	5	28	-1	
16	21	18	-22	1	2	1	9	22526	5	28	-1	
17	30	21	-22	1	9	3	4	22525	9	22	-12	
18	27	23	-28	12	3	2	5	22524	4	14	-16	
19	23	28	-36	16	4	5	1	22523	2	17	-12	
20	30	29	-33	12	7	1	3	22522	5	21	-12	
21	32	29	-29	12	2	0	4	22521	24	28	-25	
22	34	38	-22	25	2	9	0	22520	21	28	-23	
23	36	36	-22	23	2	2	9	22519	20	37	-14	
24	41	32	-13	14	5	4	4	22519	19	40	-10	
25	46	42	-10	10	5	10	8	22518	12	43	-1	
26	41	33	-7	1	5	9	8	22517	14	47	0	
27	39	31	-3	0	2	2	8	22516	16	50	0	
28	44	36	0	0	5	5						
N					23	23	24	46	24			
Min					1	0	0	0	2			
Max					9	11	32	11	39			
M					4,00	4,78	10,13	4,39	18,21			
S					2,30	3,01	8,66	2,68	10,37			

Блок цехів, осі А-Б 1983 р.

Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	Вздовж		Поперек		Проліт		ДА	ДБ
					ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ				
13							12	22518	18	50	0	
14	14	2	0	0			10	22517	17	48	-2	
15	10	0	-2	2	4	2	11	22517	14	46	-1	
16	9	-2	-4	1	1	2	28	22516	8	51	9	
17	21	-7	1	-9	12	5	4	22516	5	48	9	
18	10	-3	-2	-9	11	4	2	22515	6	45	4	
19	7	5	-5	-4	3	8	11	22515	10	41	-4	
20	8	-3	-9	4	1	8	24	22514	12	48	0	
21	13	-11	-2	0	5	8	30	22513	14	58	7	
22	20	-10	8	-7	7	1	14	22513	21	56	-2	
23	14	0	6	2	6	10	4	22512	13	53	2	
24	8	4	3	-2	6	4	3	22512	21	53	-6	
25	9	6	3	6	1	2	8	22511	23	58	-4	
26	19	11	8	4	10	5	11	22510	20	54	-6	
27	10	-1	4	6	9	12	4	22510	24	60	-4	
28	10	6	10	4	0	7	6	22509	9	50	0	
29	10	16	0	0	0	10	3	22509	9	50	0	
30	10	7	0	0	0	9	4	22508	-8	35	1	
31	12	8	-15	-1	2	1	1	22508	-1	47	5	
32	5	6	-3	-5	7	2	4	22507	16	64	5	
33	12	8	14	-5	7	2	13	22506	4	65	17	
34	18	5	15	-17	6	3	9	22506	-12	50	18	
35	9	0	0	-18	9	5	14	22505	7	62	10	
36	21	7	12	-10	12	7	14	22505	3	60	12	
37	8	22	10	-12	13	15	9	22504	4	50	0	
38	3	12	0	0	5	10						
N					24	24	25	48	25			
Min					0	1	1	0	-12,25			
Max					13	15	30	15	23,83			
M					5,71	5,92	10,48	5,81	10,28			
S					4,14	3,83	7,63	3,95	9,13			

Блок цехів, осі А-Б 1982 р.

Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	Вздовж		Поперек		Проліт		ДА	ДБ
					ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ				
13							10	22518	18	50	0	
14	14		4	0	0		8	22517	16	48	-1	
15	10	2	-2	1	4	2	9	22517	13	47	1	
16	9	0	-3	-1	1	2	22	22516	6	50	10	
17	18	-4	0	-10	9	4	12	22516	7	50	9	
18	8	-4	0	-9	10	0	2	22515	8	47	4	
19	6	4	-3	-4	2	8	14	22515	10	43	-2	
20	8	-6	-7	2	2	10	21	22514	12	50	2	
21	12	-9	0	-2	4	3	26	22513	13	54	4	
22	18	-8	4	-4	6	1	14	22513	16	55	2	
23	14	0	5	-2	4	8	8	22512	8	53	7	
24	10	2	3	-7	4	2	2	22512	16	53	-1	
25	10	8	3	1	0	6	8	22511	19	57	-1	
26	17	9	7	1	7	1	8	22510	17	53	-4	
27	8	0	3	4	9	9	2	22510	17	54	-3	
28	10	8	4	3	2	8	5	22509	9	50	0	
29	10	15	0	0	0	7	1	22509	8	50	1	
30	10	9	0	-1	0	6	5	22508	-9	37	4	
31	14	9	-13	-4	4	0	0	22508	-2	45	4	
32	7	7	-5	-4	7	2	4	22507	5	63	15	
33	12	8	13	-15	5	1	10	22506	-1	61	18	
34	15	5	11	-18	3	3	7	22506	1	53	8	
35	9	2	3	-8	6	3	13	22505	6	60	9	
36	19	6	10	-9	10	4	15	22505	3	57	9	
37	4	19	7	-9	15	13	7	22504	4	50	0	
38	2	9	0	0	2	10						
N					24	24	25	48	25			
Min					0	0	0	0	-9			
Max					15	13	26	15	19			
M					4,83	4,71	9,32	4,77	8,80			
S					3,77	3,67	6,69	3,68	7,07			

Блок цехів, осі А-Б 1984 р.

Осі	НА	НБ	ДА	ДБ	Вздовж		Поперек		Проліт		ДА	ДБ
					ΔНА	ΔНБ	ΔНП	ДБ				
13							10	22502	2	50	0	
14							11	22502	0	47	-1	
15	5	15	0	0	6	5	10	22502	-1	45	-2	
16	-1	10	-3	1	6	7	11	22502	0	43	-5	
17	-7	3	-5	2	6	4	4	22502	-2	45	-1	
18	-4	7	-7	5	3	4	9	22502	-1	50	3	
19	0	4	-5	1	4	3	13	22502	-8	47	7	
20	-8	1	0	-3	8	3	4	22502	1	48	-1	
21	-15	-2	-3	-7	7	3	5	22502	-2	51	5	
22	-3	-7	-2	1	12	5	7	22502	-3	53	8	
23	1	-10	1	-5	4	3	4	22502	6	51	-3	
24	7	0	3	-8	6	10	1	22502	11	53	-6	
25	-1	-5	1	3	8	5	6	22502	0	49	1	
26	3	4	3	6	4	9	3	22502	3	55	4	
27	-3	-2	-1	-1	6	6	2	22502	-1	57	10	
28	0	3	5	-4	3	5	8	22502	-2	58	12	
29	1	-1	7	-10	1	4	11	22502	-3	60	15	
30	5	-3	8	-12	4	2	14	22502	7	60	5	
31	4	-7	10	-15	1	4	16	22502	3	58	7	
32	10	-4	10	-5	6	3	7	22502	-1	57	10	
33	15	-1	8	-7	5	3	11	22502	2	50	0	
34	18	6	7	-10	3	7						
35	21	10	0	0	3	4						
N					20	20	21	40	21			
Min					1	2	1	1	-8			
Max					12	10	16	12	11			
M					5	4,75	8,24	4,88	0,52			
S					2,60	2,12	4,48	2,34	4,03			

КМР 19192199 ПЗ

Блок цехів, осі Б-В 1981 р.												Блок цехів, осі Б-В 1982 р.											
					Вздовж		Поперек										Вздовж		Поперек				
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	Проліт	DA	ДБ	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	Проліт	DA	ДБ
4												14											
5	1	6	0	0			5	22525	25	50	0	15	-10	25	1	5			35	22506	12	51	-5
6	6	14	0	1	5	8	8	22524	25	50	-1	16	11	26	-1	8	21	1	15	22506	13	49	-8
7	3	4	0	-2	3	10	1	22523	21	50	2	17	16	30	-8	16	5	4	14	22506	14	42	-16
8	3	-2	-10	-4	0	6	5	22522	8	40	4	18	9	25	-9	22	7	5	16	22507	20	41	-22
9	3	10	-6	2	0	12	7	22521	17	44	-2	19	-5	21	-17	32	14	4	26	22507	22	33	-32
10	6	7	-3	-2	3	3	1	22520	15	47	2	20	32	11	-18	33	37	10	21	22507	22	32	-33
11	8	9	-2	-4	2	2	1	22519	13	48	4	21	20	11	-26	40	12	0	9	22507	21	24	-40
12	9	2	-3	-3	1	7	7	22518	12	47	3	22	26	10	-26	42	6	1	16	22507	23	24	-42
13	9	8	2	-8	0	6	1	22517	11	52	8	23	14	16	-37	39	12	6	2	22507	9	13	-39
14	0	8	3	-17	9	0	8	22516	2	53	17	24	15	24	-33	30	1	8	9	22508	5	17	-30
15	15	25	10	-24	15	17	10	22515	1	60	24	25	3	9	-29	26	12	15	6	22508	5	21	-26
16	17	21	1	-22	2	4	4	22514	-7	51	22	26	-1	9	-27	25	4	0	10	22508	6	23	-25
17	17	25	1	-21	0	4	8	22513	-7	51	21	27	1	13	-25	25	2	4	12	22508	8	25	-25
18	8	36	12	-28	9	11	28	22512	-4	62	28	28	-16	15	-16	25	17	2	31	22508	17	34	-25
19	27	26	16	-36	19	10	1	22511	-9	66	36	29	1	-7	-11	19	17	22	8	22509	17	39	-19
20	18	30	12	-39	9	4	12	22510	-17	62	39	30	4	5	-2	17	3	12	1	22509	24	48	-17
21	21	33	12	-27	3	3	12	22509	-6	62	27	31	-10	0	-3	5	14	5	10	22509	11	47	-5
22	37	25	25	-22	16	8	12	22508	11	75	22	32	-1	-14	-4	6	9	14	13	22509	11	46	-6
23	33	25	23	-22	4	0	8	22507	8	73	22	33	-1	-8	2	1	0	6	7	22509	12	52	-1
24	33	26	14	-13	0	1	7	22506	7	64	13	34	0	-6	-2	-1	1	2	6	22509	6	48	1
25	33	25	10	-10	0	1	8	22505	5	60	10	35	-2	-8	-3	-2	2	2	6	22510	5	47	2
26	33	30	1	-7	0	5	3	22504	-2	51	7	36	-6	-28	1	1	4	20	22	22510	12	51	-1
27	40	30	0	-3	7	0	10	22503	0	50	3	37	-7	-18	0	0	1	10	11	22510	10	50	0
28	40	37	0	0	0	7	3	22502	2	50	0												
				N	23	23	24	46	24							N	22	22	23	44	23		
				Min	0	0	1	0	-17							Min	0	0	1	0	5		
				Max	19	17	28	19	25							Max	37	22	35	37	24		
				M	4,7	5,61	7,08	5,13	5,46							M	9,14	6,95	13,30	8,05	13,26		
				S	5,69	4,40	5,78	5,05	10,99							S	8,78	6,30	8,71	7,63	6,29		
Блок цехів, осі Б-В 1983 р.												Блок цехів, Осі Б-Е 1984 р.											
					Вздовж		Поперек										Вздовж		Поперек				
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	Проліт	DA	ДБ	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	Проліт	DA	ДБ
14												14											
15	-10	26	-3	5			36	22504	6	47	-5	15							15	22501	1	50	0
16	7	22	-1	8	17	4	15	22504	11	49	-8	16	10	-5	0	0							
17	17	30	-8	17	10	8	13	22505	14	42	-17	17	12	-7	-4	-3	2	2	19	22501	-6	46	3
18	5	25	-9	23	12	5	20	22505	19	41	-23	18	17	-1	-10	5	5	6	18	22501	-4	40	-5
19	-6	17	-18	52	11	8	23	22505	39	32	-52	19	10	5	-15	7	7	6	5	22501	-7	35	-7
20	35	7	-20	33	41	10	28	22505	18	30	-33	20	5	7	-17	10	5	2	2	22501	-6	33	-10
21	24	8	-29	42	11	1	16	22506	19	21	-42	21	-5	-1	-15	11	10	8	4	22501	-3	35	-11
22	29	9	-26	44	5	1	20	22506	24	24	-44	22	-8	-4	-12	14	3	3	4	22501	3	38	-14
23	14	18	-40	41	15	9	4	22506	7	10	-41	23	-7	2	-10	17	1	6	9	22501	8	40	-17
24	14	27	-36	31	0	9	13	22506	1	14	-31	24	-10	1	-12	20	3	1	11	22501	9	38	-20
25	6	11	-25	26	8	16	5	22507	8	25	-26	25	-20	-7	-17	18	10	8	13	22501	2	33	-18
26	-1	10	-25	26	7	1	11	22507	8	25	-26	26	-16	-7	-11	17	4	0	9	22501	7	39	-17
27	1	16	-25	24	2	6	15	22507	6	25	-24	27	-16	-5	-10	15	0	2	11	22501	6	40	-15
28	-17	14	-16	17	18	2	31	22508	9	34	-17	28	-21	-10	-8	10	5	5	11	22501	3	42	-10
29	-3	-10	-14	19	14	24	7	22508	13	36	-19	29	-16	-7	-7	13	5	3	9	22501	7	43	-13
30	-6	2	4	7	3	12	8	22508	19	54	-7	30	-5	-9	-10	7	11	2	4	22501	-2	40	-7
31	-10	0	-3	1	4	2	10	22508	6	47	-1	31	-1	-11	-13	10	4	2	10	22501	-2	37	-10
32	-1	-14	-7	-2	9	14	13	22509	0	43	2	32	2	-15	-10	10	3	4	17	22501	1	40	-10
33	-1	-8	8	-1	0	6	7	22509	16	58	1	33	0	-18	-11	11	2	3	18	22501	1	39	-11
34	0	-6	-2	-2	1	2	6	22509	5	48	2	34	-3	-13	-7	10	3	5	10	22501	4	43	-10
35	0	-7	0	1	0	1	7	22509	10	50	-1	35	-5	-8	-8	8	2	5	3	22501	1	42	-8
36	-5	-18	4	1	5	11	13	22510	15	54	-1	36	-7	-6	0	0	2	2	1	22501	1	50	0
37	-9	-18	0	0	4	0	9	22510	10	50	0												
				N	22	22	23	44	23							N	20	20	21	40	21		
				Min	0	0	4	0	0							Min	0	0	1	0	-7		
				Max	41	24	36	41	39							Max	11	8	19	11	9		
				M	8,95	6,91	14,35	7,93	12,30							M	4,35	3,75	9,67	4,05	1,14		
				S												S	3,05	2,27	5,58	2,67	4,74		

Змн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	КДЦ, Осі Б-В 1981 р.												КДЦ, Осі Б-В 1982 р.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
					Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															</

		СГП-3, Осі Б-В 1981 р.											СГП-3, Осі Б-В 1982 р.														
Змн.	Арк.	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ		
№ док-м.	Підпис	Дата	2											2	-7	-3	0	0		ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ	28012	12	50	0
			3											3	-10	-7	0	1	3	4	3	28011	12	50	-1		
			4	1	7	0	0	9	2	6	28005	5	50	0	4	-8	-4	-2	-5	2	3	4	28010	3	48	5	
			5	10	5	4	-1			5	28005	8	54	1	5	-19	-9	5	6	11	5	10	28009	20	55	-6	
			6	18	12	0	0	8	7	6	28004	4	50	0	6	-20	-11	3	2	1	2	9	28009	14	53	-2	
			7	31	12	6	-4	13	0	19	28004	6	56	4	7	-21	-31	2	2	1	20	10	28008	12	52	-2	
			8	33	0	4	-9	2	12	33	28004	-1	54	9	8	-11	-22	-1	1	10	9	11	28007	7	49	-1	
			9	35	25	-4	-1	2	25	10	28003	-2	46	1	9	-19	-18	6	-1	8	4	1	28006	11	56	1	
			10	22	26	-1	-9	13	1	4	28003	-7	49	9	10	-19	-10	8	1	0	8	9	28005	14	58	-1	
			11	25	36	3	-13	3	10	11	28003	-7	53	13	11	-18	-9	-2	-6	1	1	9	28004	-4	48	6	
Дата	12	33	29	6	-11	8	7	4	28002	-3	56	11	12	-16	-5	-4	-9	2	4	11	28003	-10	46	9			
	13	33	32	-3	-2	0	3	1	28002	-3	47	2	13	-11	-9	-5	-6	5	4	2	28002	-9	45	6			
	14	29	23	-6	4	4	9	6	28002	0	44	-4	14	5	-5	-1	0	16	4	10	28002	1	49	0			
	15	31	11	-2	1	2	12	20	28001	0	48	-1	15	-11	-5	0	2	16	0	6	28001	3	50	-2			
	16	29	21	-4	4	2	10	8	28001	1	46	-4	16	19	-5	0	1	30	0	24	28000	1	50	-1			
	17	38	32	-2	0	9	11	6	28001	-1	48	0	17	4	1	0	0	15	6	3	27999	-1	50	0			
	18	31	41	-3	-2	7	9	10	28000	-5	47	2															
	19	38	21	0	0	7	20	17	28000	0	50	0															
	20																										
												N															
											Min																
											Max																
											M																
											S																
СГП-3, Осі Б-В 1983 р.																											
Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ																
2	-10	-3	0	0					7	28012	12	50	0														
3	-10	-7	0	1	0	4	3	28011	12	50	-1																
4	-8	-2	-3	-7	2	5	6	28010	0	47	7																
5	-24	-7	3	7	16	5	17	28009	19	53	-7																
6	-21	-10	3	3	3	3	11	28009	15	53	-3																
7	-30	-33	1	0	9	23	3	28008	9	51	0																
8	-10	-19	-5	0	20	14	9	28007	2	45	0																
9	-15	-20	8	-4	5	1	5	28006	10	58	4																
10	-22	-10	9	0	7	10	12	28005	14	59	0																
11	-21	-7	0	-4	1	3	14	28004	0	50	4																
12	-21	-13	-4	-10	0	6	8	28003	-11	46	10																
13	-11	-10	-7	-6	10	3	1	28002	-11	43	6																
14	10	-4	1	0	21	6	14	28002	3	51	0																
15	-4	-4	0	4	14	0	0	28001	5	50	-4																
16	20	-4	0	-1	24	0	24	28000	-1	50	1																
17	7	0	0	0	13	4	7	27999	-1	50	0																
											N																
											Min																
											Max																
											M																
											S																

КМР 19192199 ПЗ

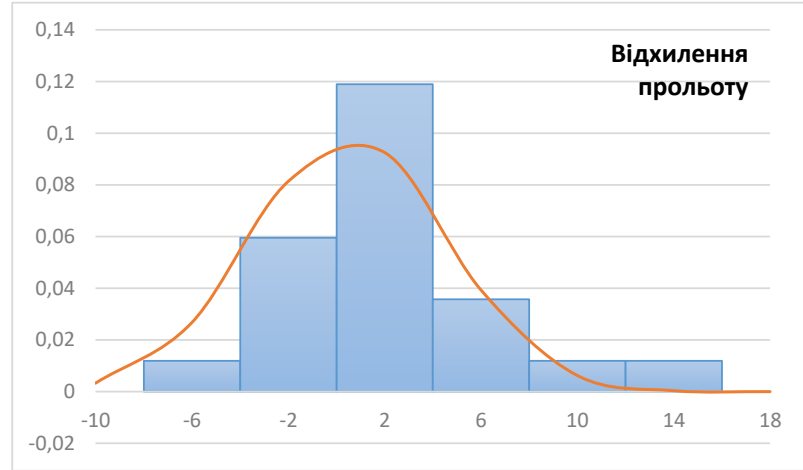
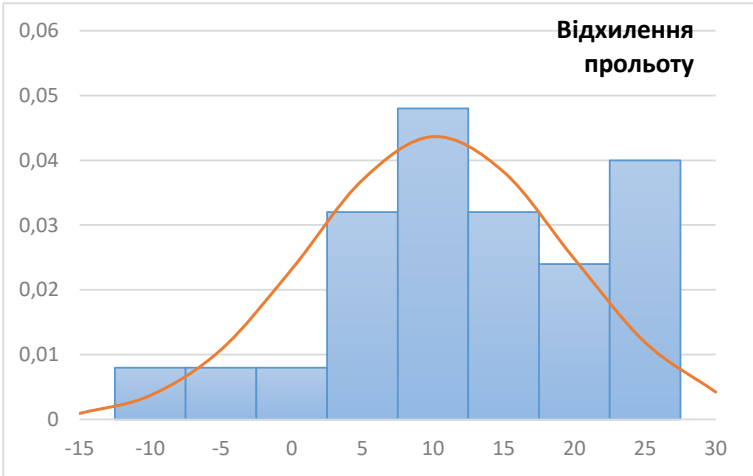
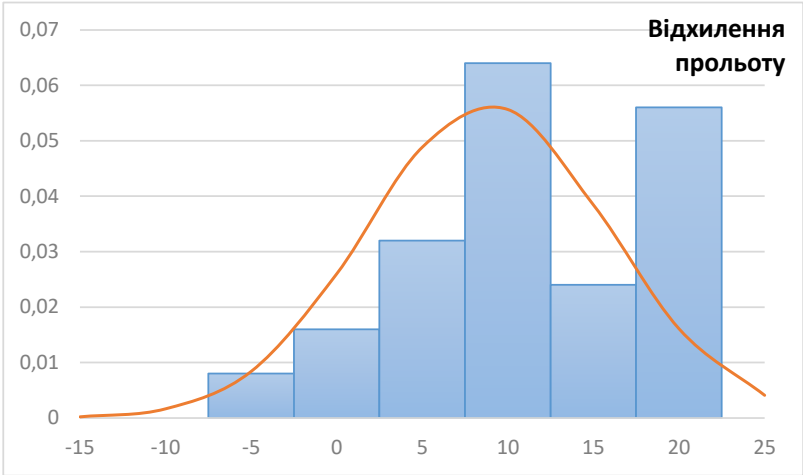
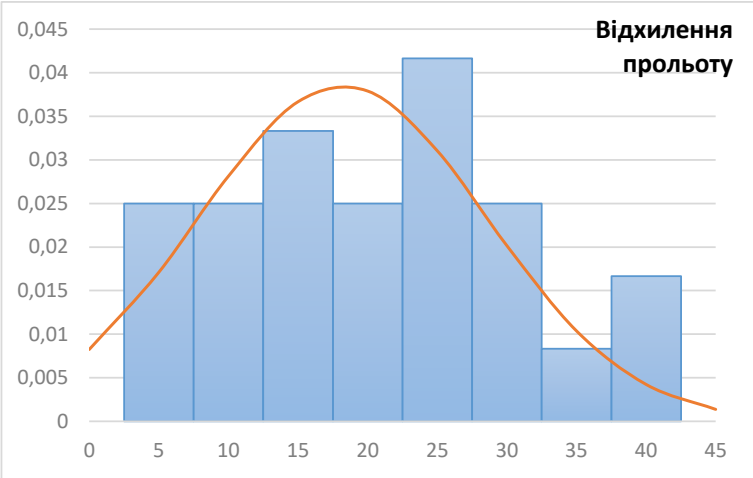
Змн.			Головний корпус, Осі Б-В 1981 р.										Головний корпус, Осі Б-В 1982 р.																			
	Арк.			Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ	Осі	НБ	НВ	ДБ	ДВ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ					
								ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ										ΔНБ	ΔНВ	ΔНП	ДБ								
№ док-м.			7													7																
			8													8																
			9	14	15	0	-8				1	22492	-16	50	8	9	-17	-9	7	-5			8	22490	-8	57	5					
			10	12	12	9	-23	2	3	0	22492	-22	59	23	10	-13	-9	18	-12	4	0	4	22490	-4	68	12						
			11	12	9	10	-7	0	3	3	22492	-5	60	7	11	-8	-10	13	-14	5	1	2	22491	-10	63	14						
			12	18	0	10	-8	6	9	18	22493	-5	60	8	12	0	-10	14	-13	8	0	10	22491	-8	64	13						
			13	24	0	2	-12	6	0	24	22493	-17	52	12	13	13	-7	9	-5	13	3	20	22491	-5	59	5						
			14	12	0	12	-12	12	0	12	22493	-7	62	12	14	6	-5	8	-13	7	2	11	22492	-14	58	13						
			15	12	0	10	-21	0	0	12	22493	-18	60	21	15	10	3	19	-7	4	8	7	22492	4	69	7						
			16	12	5	11	-13	0	5	7	22493	-9	61	13	16	12	13	13	-8	2	10	1	22492	-3	63	8						
Підпис			17	12	11	9	-12	0	6	1	22493	-10	59	12	17	14	21	9	0	2	8	7	22492	1	59	0						
			18	2	8	11	-8	10	3	6	22494	-3	61	8	18	14	25	3	-4	0	4	11	22493	-8	53	4						
			19	1	8	-1	0	1	0	7	22494	-7	49	0	19	16	26	0	0	2	1	10	22493	-7	50	0						
			20	2	8	0	0	1	0	6	22494	-6	50	0	20																	
			21												21																	
			22												22																	
			23												23																	
			24												24																	
			25												25																	
	Дата			26	10	11	0	0			1				26	-6	-1	0	0				0	22485	-15	50	0					
			27	9	15	-4	7	1	4	6	22485	-12	46	-7	27	-4	-6	-7	6	2	5	13	22492	-9	43	-6						
			28	-1	16	-4	12	10	1	17	22491	-1	46	-12	28	9	-10	-11	13	13	4	24	22499	1	39	-13						
			29	3	1	-3	11	4	15	2	22497	5	47	-11	29	-6	4	-10	13	15	14	23	22506	9	40	-13						
			30	7	-3		0	4	4	10	22503	3	50	0	30	0	15	0	0	6	11	0	22513	13	50	0						

Зм.		Головний корпус, Осі В-Г 1981 р.											Головний корпус, Осі В-Г 1982 р.												
	Арк.	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	Вздовж ΔНВ ΔНГ		Поперек ΔНП ДБ		Проліт DA ДБ		Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	Вздовж ΔНВ ΔНГ		Поперек ΔНП ДБ		Проліт DA ДБ			
№ док-м.		7											7												
		8											8												
		9											9												
		10	28	23	0	0			5	22504	4	50	0	10	-18	-4	0	0			14	22504	4	50	0
		11	25	15	10	-2	3	8	10	22503	11	60	2	11	-21	-5	8	-7	3	1	16	22504	5	58	7
		12	20	20	11	5	5	5	0	22502	18	61	-5	12	-17	-9	8	0	4	4	8	22503	11	58	0
		13	12	30	0	-1	8	10	18	22501	0	50	1	13	-3	16	-2	-8	14	25	19	22503	-7	48	8
		14	16	25	3	-5	4	5	9	22500	-2	53	5	14	0	6	1	-17	3	10	6	22502	-14	51	17
		15	15	33	10	-3	1	8	18	22500	7	60	3	15	10	5	10	-13	10	1	5	22502	-1	60	13
		16	25	22	-4	-1	10	11	3	22499	-6	46	1	16	6	11	2	-8	4	6	5	22501	-5	52	8
Підпис		17	24	13	-12	2	1	9	11	22498	-12	38	-2	17	0	16	-8	-2	6	5	16	22501	-9	42	2
		18	23	15	3	2	1	2	8	22497	2	53	-2	18	6	16	3	-3	6	0	10	22500	0	53	3
		19	16	19	-2	7	7	4	3	22496	1	48	-7	19	18	15	0	0	12	1	3	22500	0	50	0
		20	0	4	0	0	16	15	4	22495	-5	50	0	20											
		21												21											
		22												22											
		23	0	2	0	0			2	22493	-7	50	0	23	-2	-16	0	0			14	22497	-3	50	0
		24	-2	4	0	-2	2	2	6	22493	-9	50	2	24	-16	-20	-1	1	14	4	4	22497	-3	49	-1
		25	-6	-10	-9	-3	4	14	4	22494	-19	41	3	25	-16	-2	-6	4	0	18	14	22498	-4	44	-4
		26	-15	-20	-9	3	9	10	5	22494	-12	41	-3	26	-8	8	-3	1	8	10	16	22498	-4	47	-1
Дата		27	-6	-19	-3	-4	9	1	13	22494	-13	47	4	27	-21	6	-1	-1	13	2	27	22499	-4	49	1
		28	0	-25	1	-5	6	6	25	22494	-10	51	5	28	-19	13	-1	1	2	7	32	22499	-1	49	-1
		29	-10	-36	5	-6	10	11	26	22495	-7	55	6	29	-3	23	12	2	16	10	26	22499	13	62	-2
		30	-15	-30	-8	-3	5	6	15	22495	-16	42	3	30	-3	15	0	-1	0	8	18	22500	-1	50	1
		31	-21	-38	0	0	6	8	17	22495	-5	50	0	31	9	23	0	0	12	8	14	22500	0	50	0
Головний корпус, Осі В-Г 1983 р.																									
	Арк.	Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	Вздовж ΔНВ ΔНГ		Поперек ΔНП ДБ		Проліт DA ДБ		Осі	НВ	НГ	ДВ	ДГ	Вздовж ΔНВ ΔНГ		Поперек ΔНП ДБ		Проліт DA ДБ			
КМР 19192199 ПЗ		7											7												
		8											8												
		9											9	-20	-10	0	0			10	22500	0	50	0	
		10	-15	-4	0	0			11	22504	4	50	0	10	-17	-12	4	-10	3	2	5	22500	-6	54	10
		11	-17	-4	13	-11		0	13	22504	6	63	11	11	-19	-7	3	-8	2	5	12	22500	-5	53	8
		12	-20	-5	13	-2	3	1	15	22503	14	63	2	12	-15	-5	7	-11	4	2	10	22500	-4	57	11
		13	-10	20	5	-15	10	25	30	22503	-7	55	15	13	-13	-10	5	-9	2	5	3	22500	-4	55	9
		14	-7	2	5	-15	3	18	9	22502	-8	55	15	14	-14	-1	10	-3	1	9	13	22500	-7	60	3
		15	2	17	6	-17	9	15	15	22502	-9	56	17	15	-10	3	1	-3	4	4	13	22500	-2	51	3
		16	2	14	0	-7	0	3	12	22501	-6	50	7	16	-5	8	3	-6	5	5	13	22500	-3	53	6
72		17	-1	15	-12	0	3	1	16	22501	-11	38	0	17	-3	14	-2	0	2	6	17	22500	-2	48	0
		18	10	14	2	5	11	1	4	22500	7	52	-5	18	-7	10	-1	4	4	4	17	22500	3	49	-4
		19	9	15	0	0	1	1	6	22500	0	50	0	19	-1	5	0	0	6	5	6	22500	0	50	0
		20											20												
		21											21												
		22											22												
		23	-2	-18	0	0			16	22497	-3	50	0	23											
		24	-12	-18	-2	1	10	0	6	22497	-4	48	-1	24	5	-7	0	0			12	22490	-10	50	0
		25	-17	0	-8	4	5	18	17	22498	-6	42	-4	25	-3	-5	0	2	8	2	2	22490	-8	50	-2
		26	-11	4	-2	2	6	4	15	22498	-2	48	-2	26	-10	-2	-1	4	7	3	8	22491	-6	49	-4
Арк.		27	-18	2	-3	0	7	2	20	22499	-5	47	0	27	-6	8	-3	3	4	10	14	22491	-9	47	-3
		28	-18	11	-1	8	0	9	29	22499	6	49	-8	28	1	13	1	-1	7	5	12	22491	-9	51	1
		29	-5	20	12	2	13	9	25	22499	13	62	-2	29	-4	10	0	-2	5	3	14	22492	-10	50	2
		30	-3	5	0	2	2	15	8	22500	2	50	-2	30	0	5	2	0	4	5	5	22492	-6	52	0
		31	2	23	0	0	5	18	21	22500	0	50	0	31											

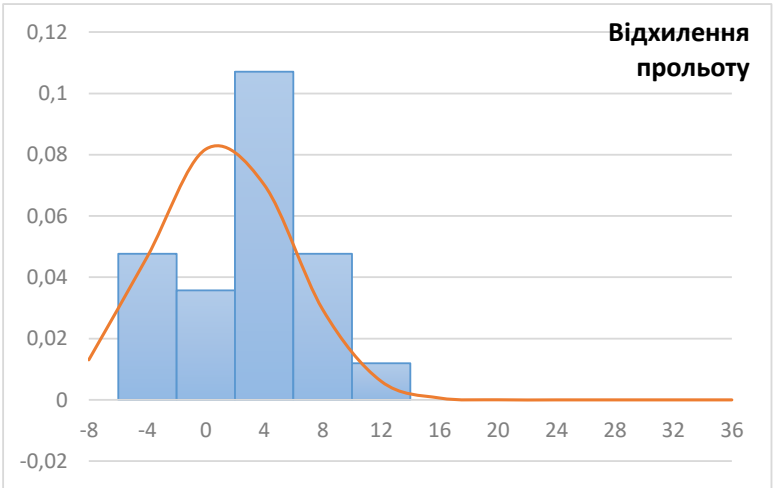
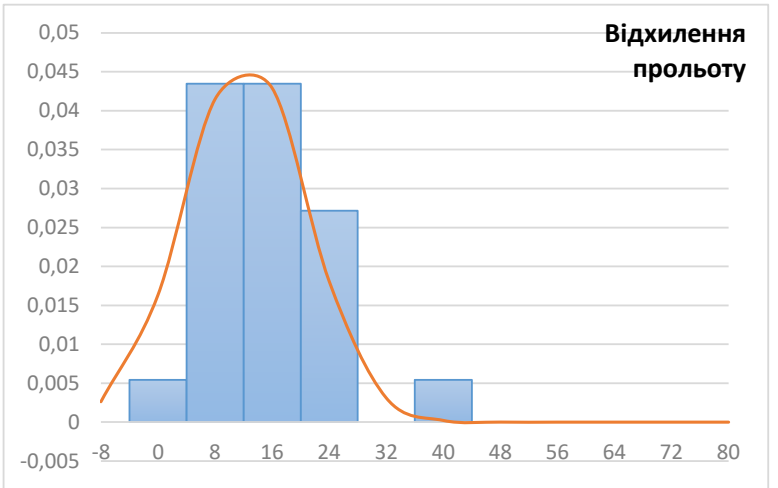
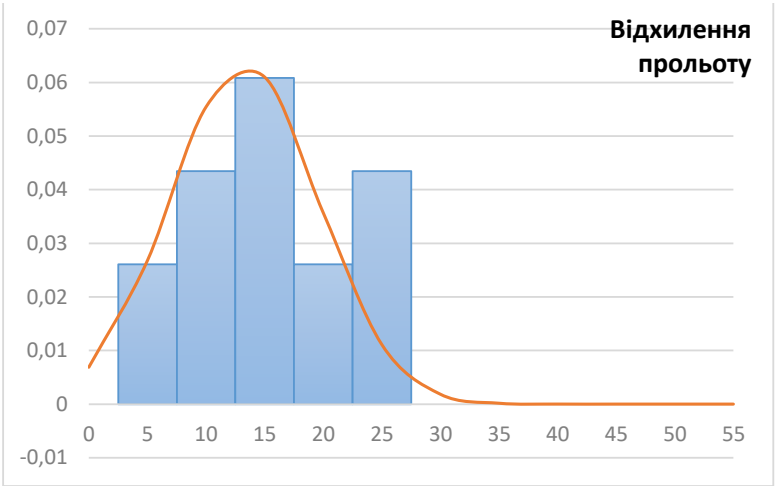
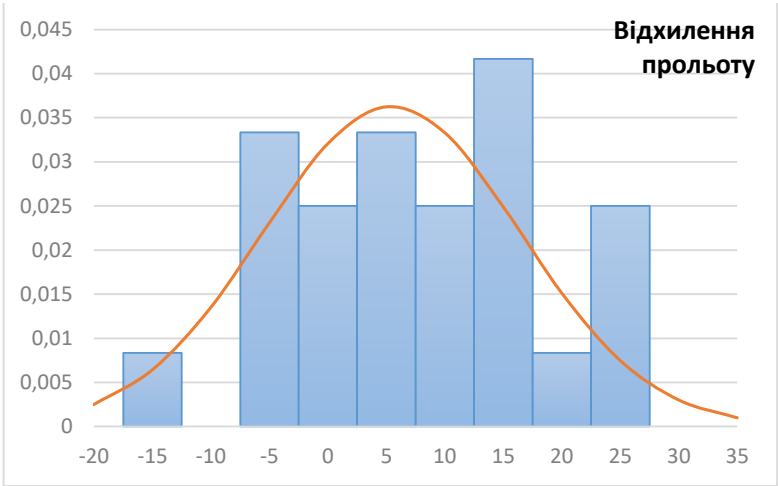
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КМР 19192199 ПЗ	Головний корпус, Осі Д-Е 1981 р.											Головний корпус, Осі Д-Е 1982 р.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
						Осі	НД	НЕ	ДД	ДЕ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ	Осі	НД	НЕ	ДД	ДЕ	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
											ΔНД	ΔНЕ	ΔНП	ДБ									ΔНД	ΔНЕ	ΔНП	ДБ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

Змн.	Арк.	Головний корпус, Осі Н-К 1981 р.											Головний корпус, Осі Н-К 1982 р.												
		Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ	Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ
		7												7											
		8												8											
№ док-м.		9												9	1	-31	0	0	8	9	32	22487	-13	50	0
		10	8	6	0	0			2	22499	-1	50	0	10	-7	-22	-2	2	10	7	15	22491	-10	48	-2
		11	19	10	-7	-6	11	4	9	22502	-11	43	6	11	3	-15	2	-5	3	0	18	22494	-9	52	5
		12	16	6	-11	1	3	4	10	22505	-5	39	-1	12	0	-15	8	-2	1	2	15	22498	4	58	2
		13	14	0	-3	1	2	6	14	22508	6	47	-1	13	1	-17	-2	1	1	20	18	22501	0	48	-1
Підпис		14	7	16	14	3	7	16	9	22511	28	64	-3	14	0	3	-9	-2	2	8	3	22505	-7	41	2
		15	14	22	20	0	7	6	8	22514	34	70	0	15	2	11	-17	-2	1	3	9	22508	-11	33	2
		16	7	20	9	-7	7	2	13	22517	19	59	7	16	3	14	8	0	2	14	11	22512	20	58	0
Дата		17	5	12	0	0	2	8	7	22520	20	50	0	17	1		0	0				22515	15		
						N	7	7	8	14	8						N	8	8	8	16	9			
					Min	2	2	2	2	-11							Min	1	0	3	0	-13			
					Max	11	16	14	16	34							Max	10	20	32	20	20			
					M	5,57	6,57	9,00	6,07	11,25							M	3,50	7,88	15,13	5,69	-1,22			
				S	3,36	4,58	3,70	3,89	16,35							S	3,51	6,62	8,48	5,59	11,77				
КМР 19192199 ПЗ		Головний корпус, Осі Н-К 1983 р.											Головний корпус, Осі Н-К 1984 р.												
		Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ	Осі	НИ	НК	ДИ	ДК	Вздовж		Поперек		Проліт	DA	ДБ
		7												7											
		8												8											
		9	1	-32	0	0			33	22487	-13	50	0	9											
		10	-9	-23	-1	4	10	9	14	22491	-7	49	-4	10	18	10	10	0			8	22591	101	60	0
		11	1	-17	3	-7	10	6	18	22494	-10	53	7	11	3	61	11	-5	15	51	58	22572	78	61	5
		12	0	-16	10	-3	1	1	16	22498	5	60	3	12	2	6	19	-3	1	55	4	22553	69	69	3
		13	4	-19	0	0	4	3	23	22501	1	50	0	13	-1	11	16	1	3	5	12	22533	50	66	-1
		14	0	-2	-8	-2	4	17	2	22505	-6	42	2	14	0	-10	10	7	1	21	10	22514	31	60	-7
		15	0	-10	-17	-3	0	8	10	22508	-12	33	3	15	-10	-19	0	8	10	9	9	22495	3	50	-8
		16	2	14	8	-3	2	24	12	22512	17	58	3	16	0	-23	0	0	10	4	23				
17	0	0	0	0	2	14	0	22515	15	50	0	17	0	-18	0	0	0	5	18						
					N	8	8	9	16	9							N	7	7	8	14	6			
				Min	0	1	0	0	-13								Min	0	4	4	0	3			
				Max	10	24	33	24	17								Max	15	55	58	55	101			
				M	4,13	10,25	14,22	7,19	-1,11								M	5,71	21,43	17,75	13,57	55,33			
				S	3,87	7,67	10,13	6,67	11,14								S	5,88	22,36	17,33	17,70	34,96			
77	Арк.																								

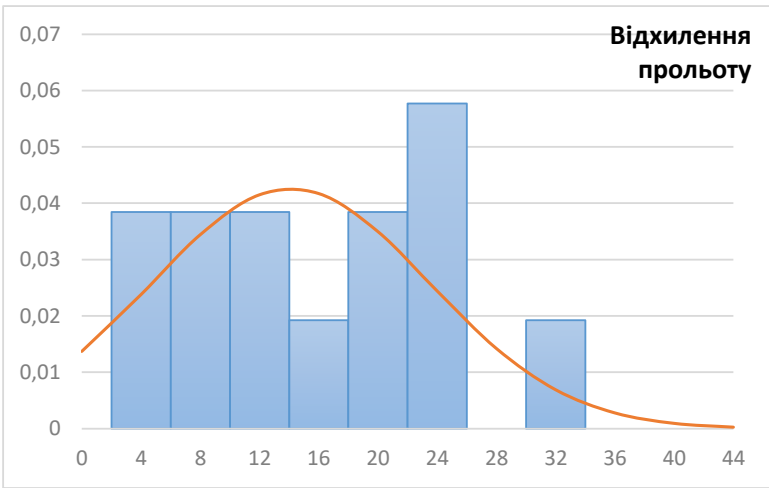
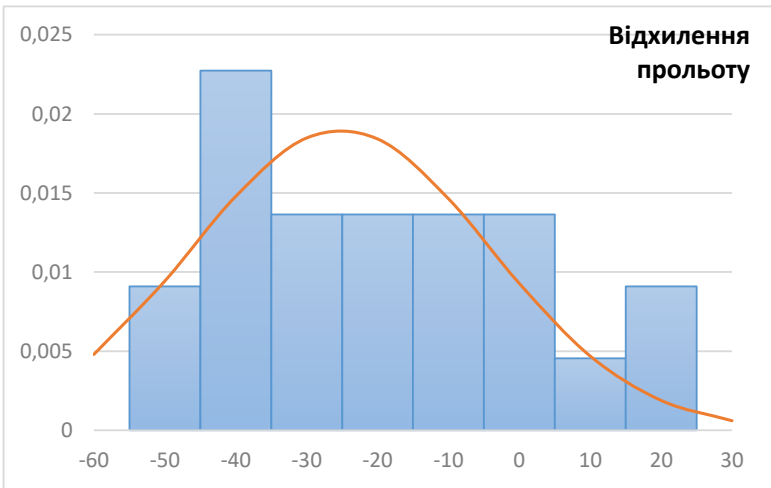
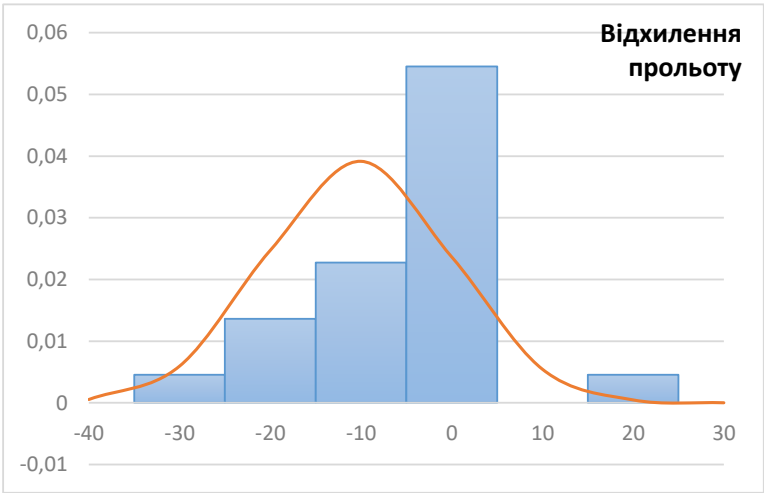
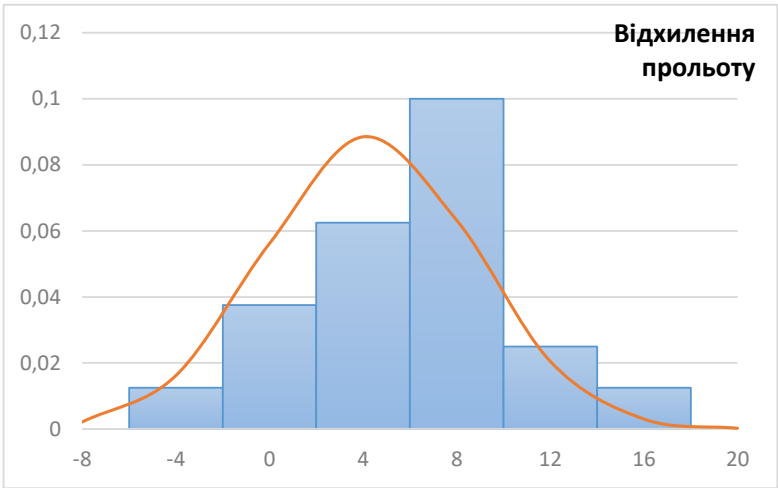
Додаток Б. ГІСТОГРАМИ РОЗПОДІЛУ ВІДХИЛЕННЯ КРАНОВИХ КОЛІЙ У ПЛАНІ
Блок цехів А-Б 1981-1984 роки



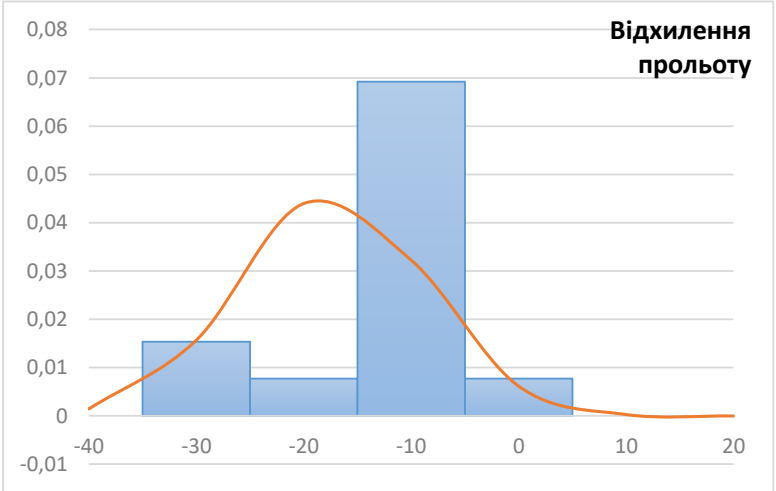
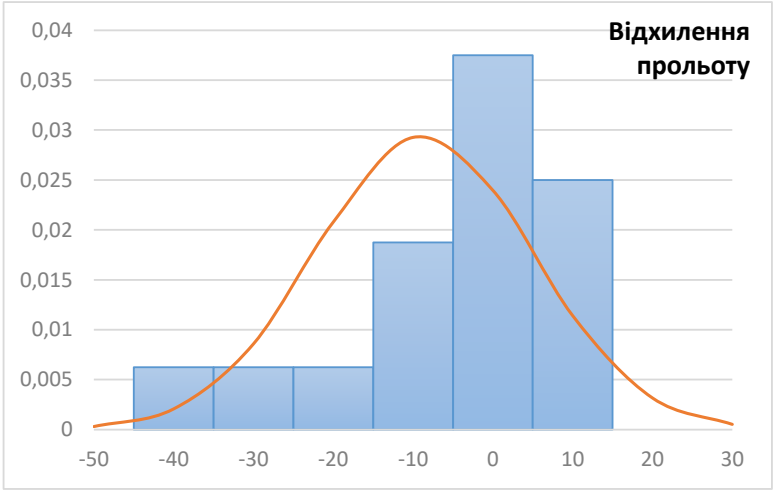
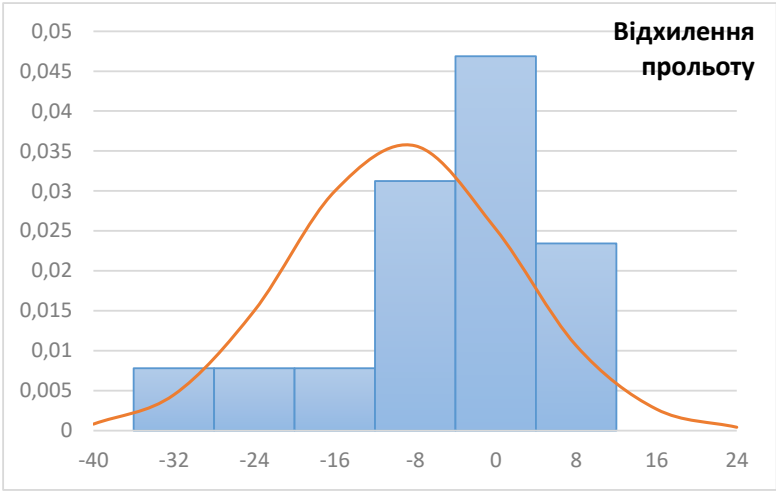
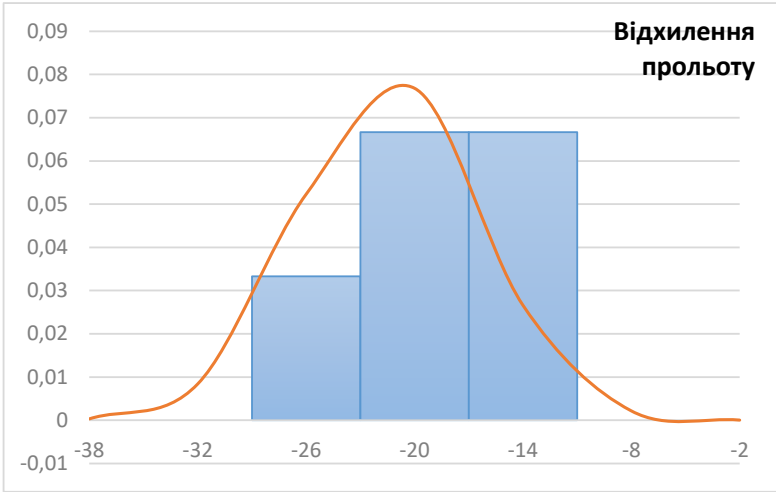
Блок цехів Б-В 1981-1984 роки



КДЦ А-Б 1981-1984 роки

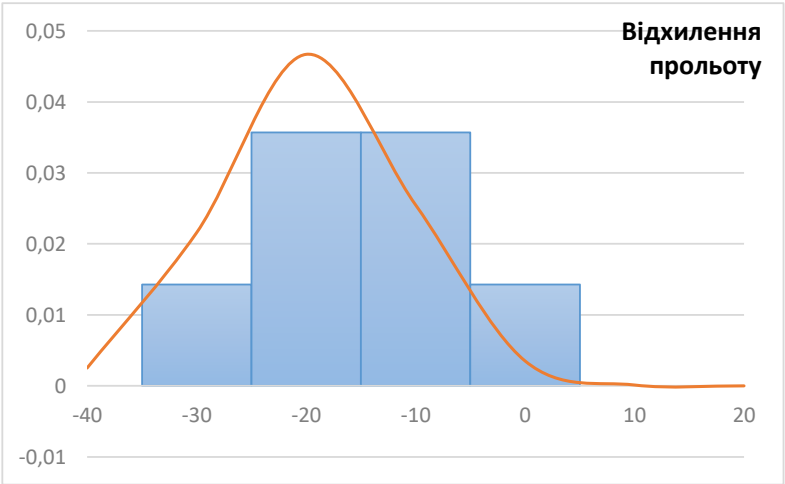
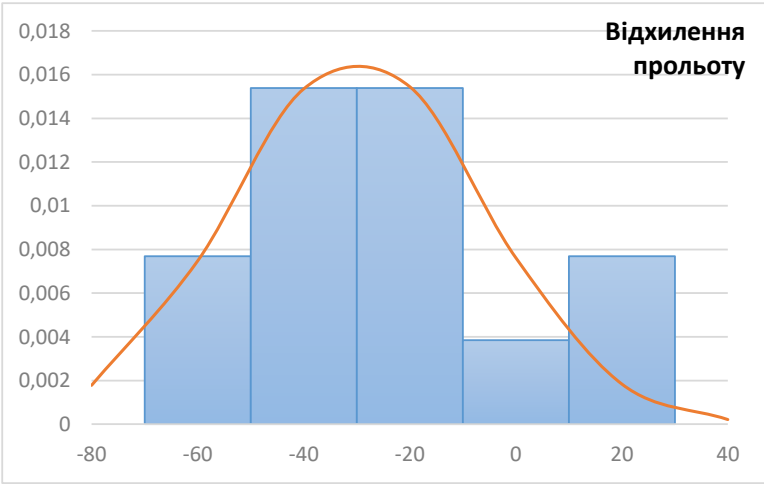
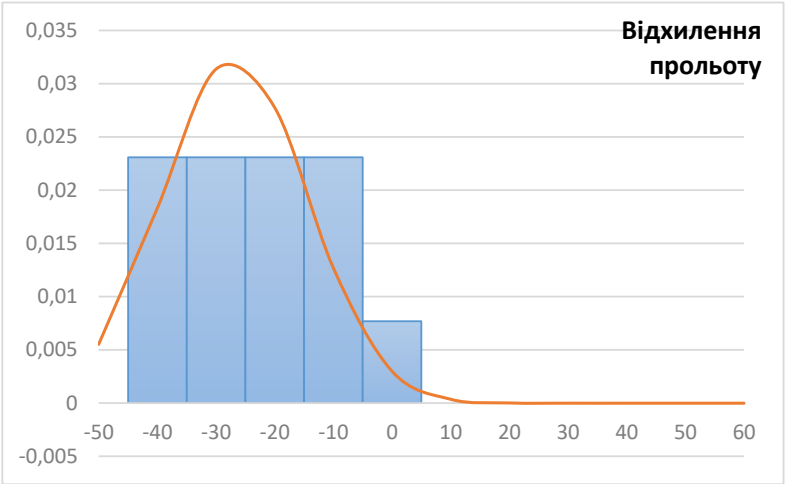
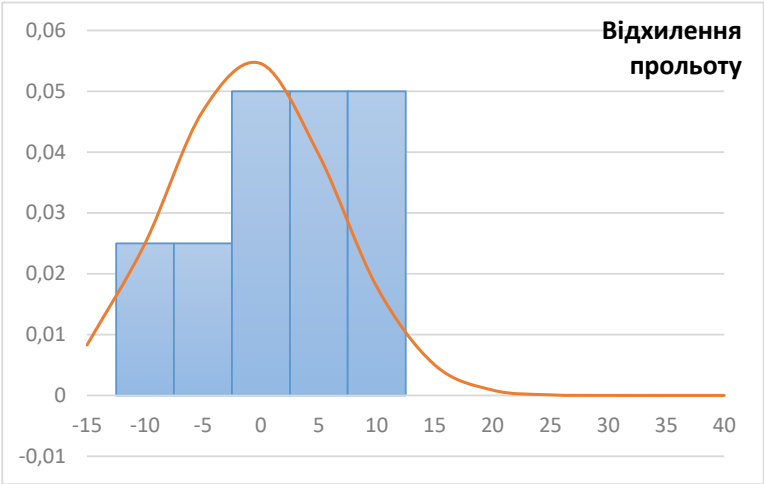


КДЦ Б-В 1981-1984 роки



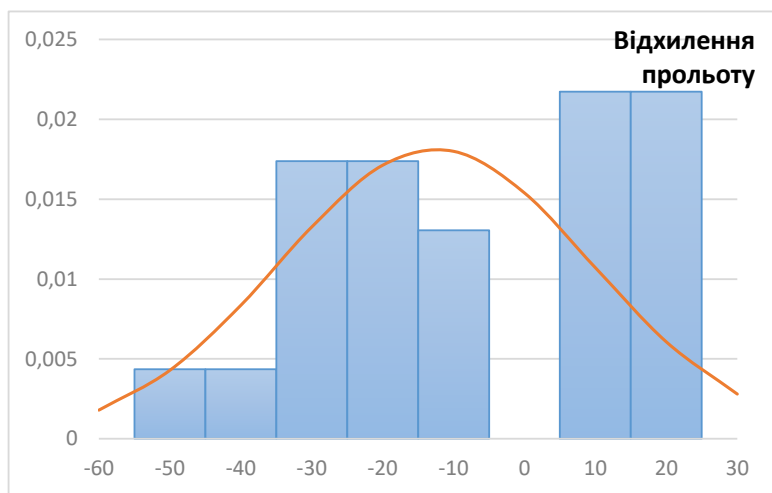
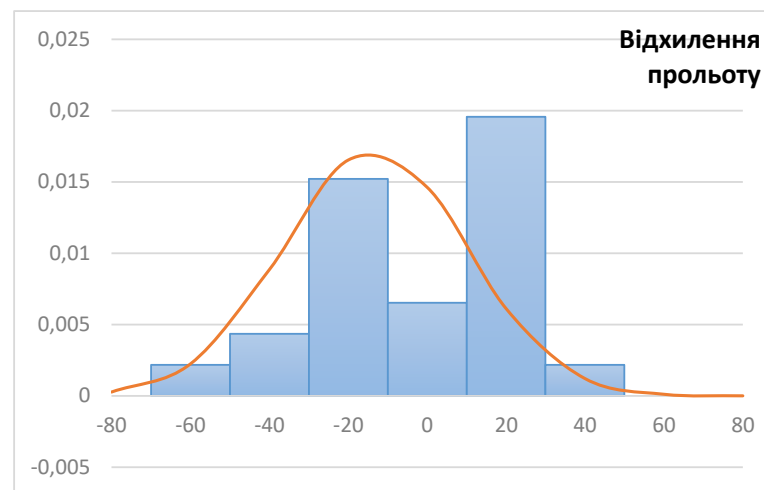
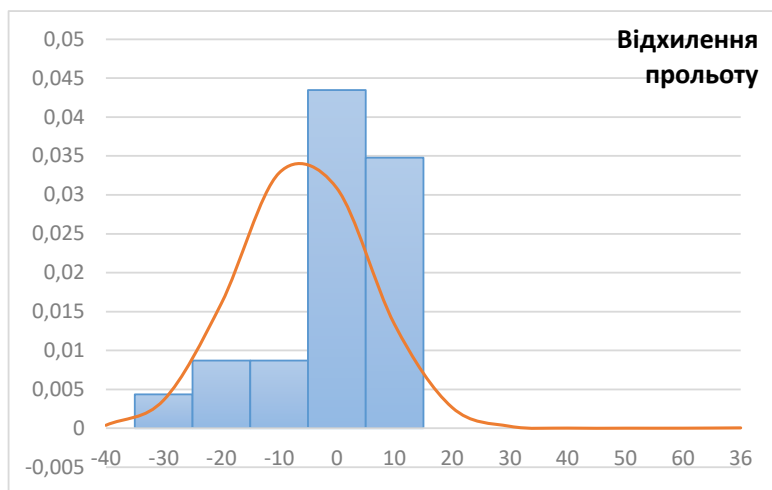
Знн.	Арк.				
№ док.м.					
Підпис					
Дата					
КМР 19192199 ПЗ					
82	Арк.				

КДЦ В-Г 1981-1984 роки

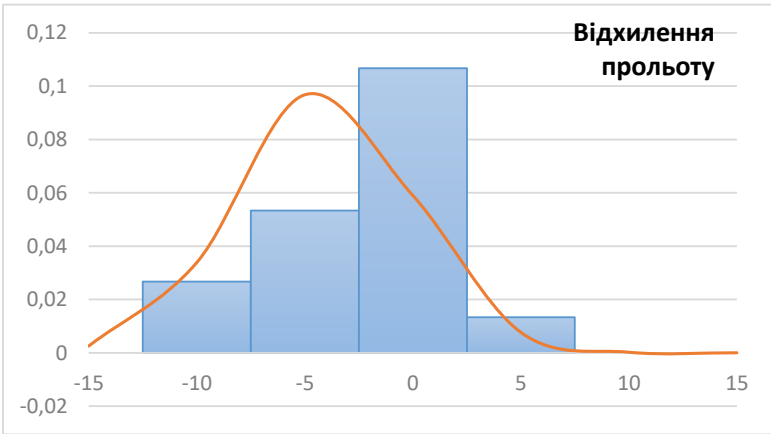
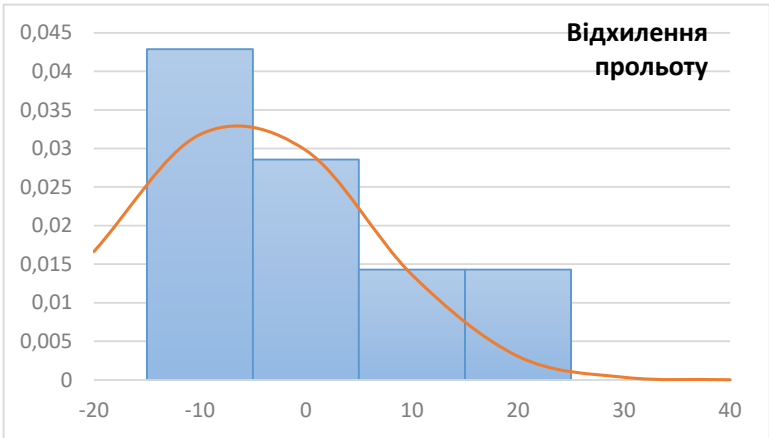
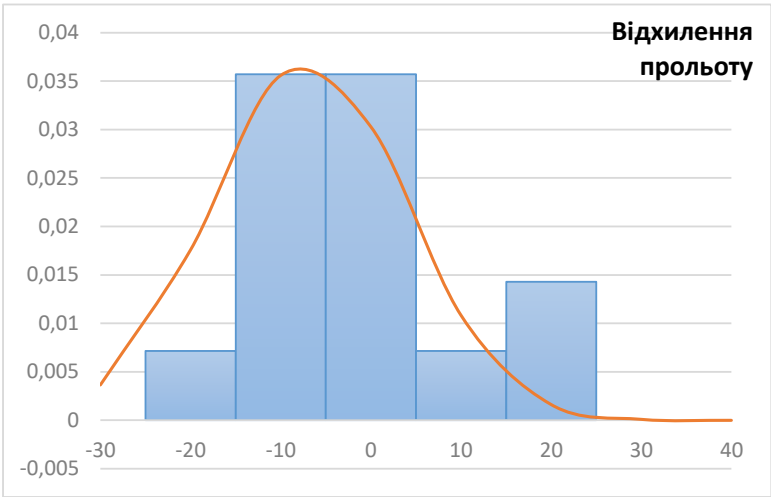
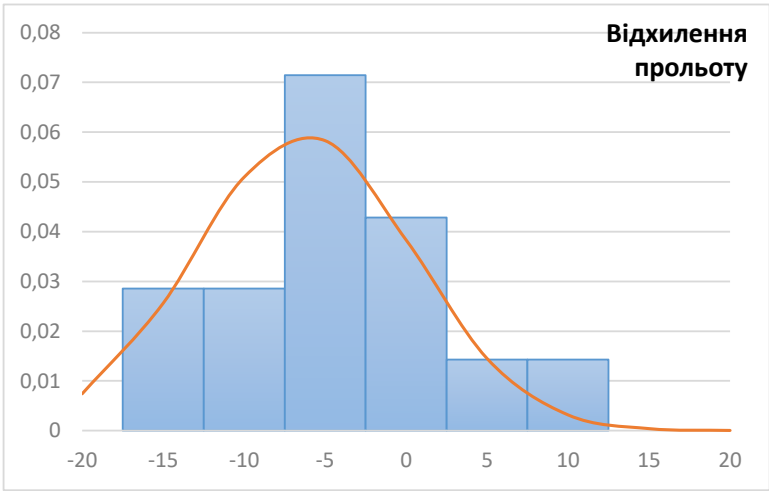


					КМР 19192199 ПЗ	Арк.
						83
Эмн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата		

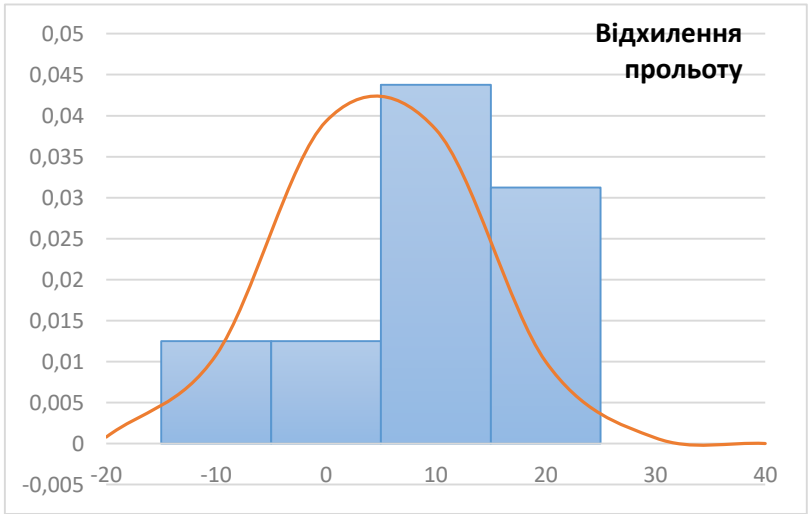
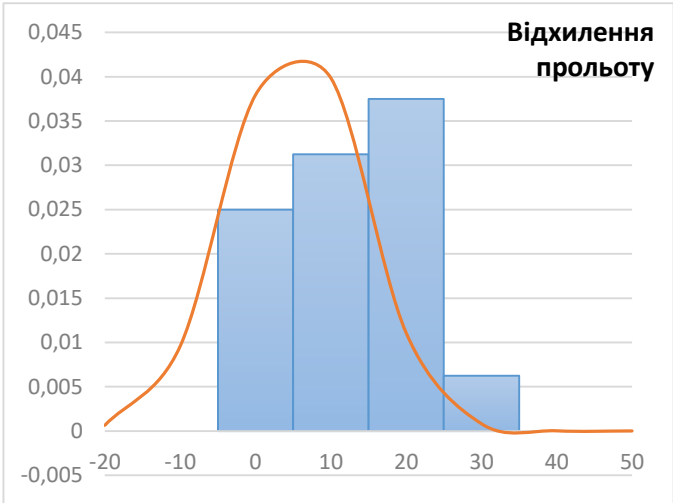
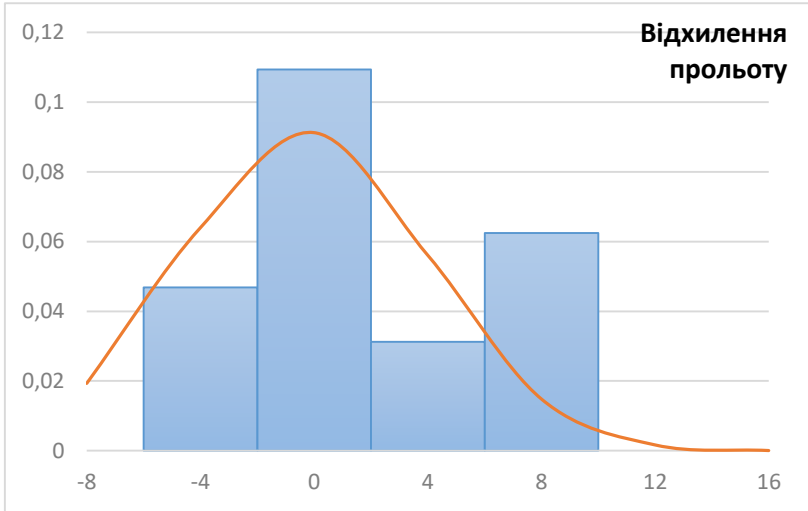
СПГ-1, осі 40-41 1981-1983 роки



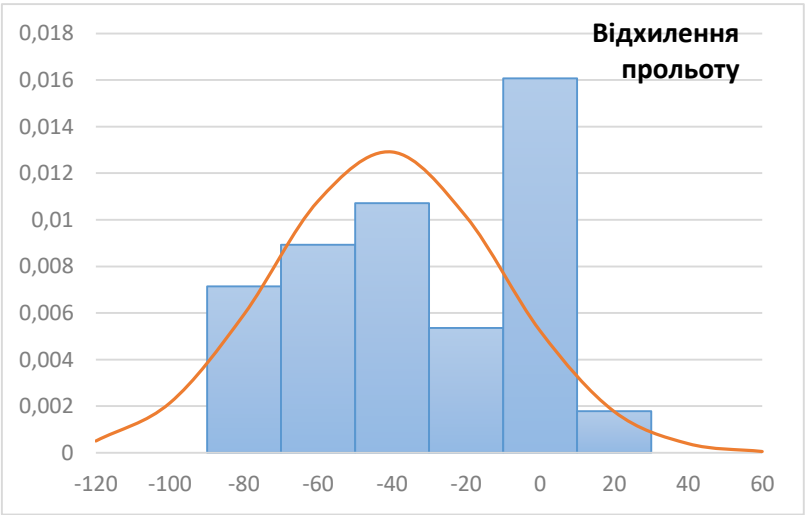
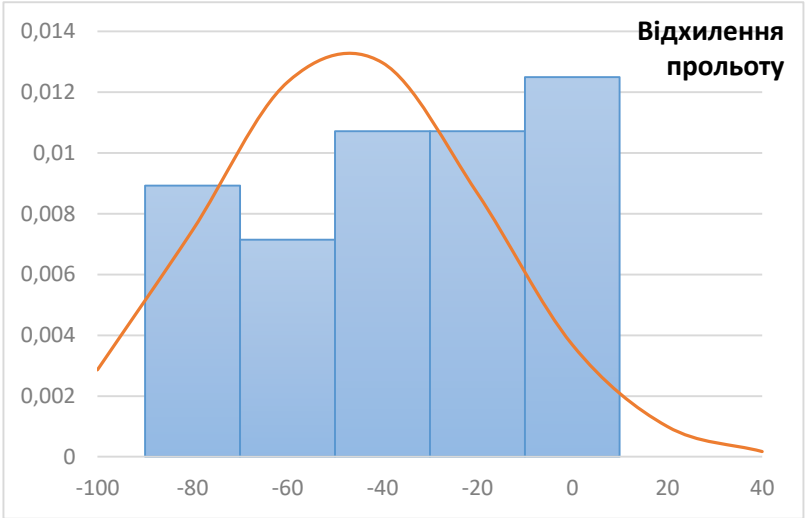
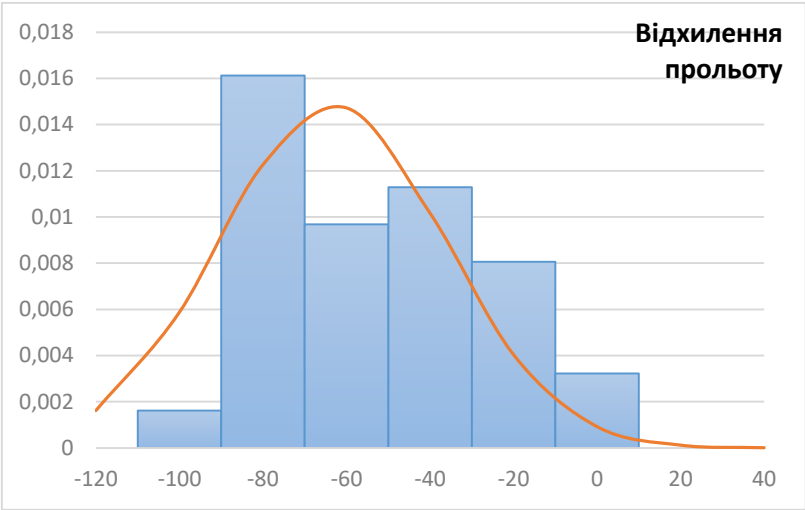
СПГ-2, А-Б 1981-1984 роки



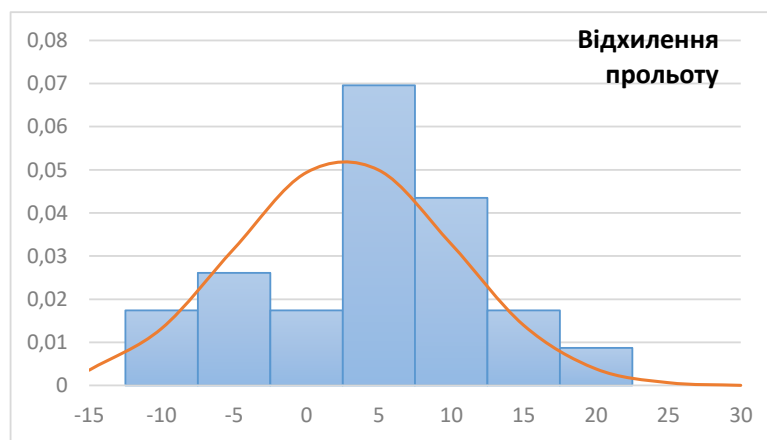
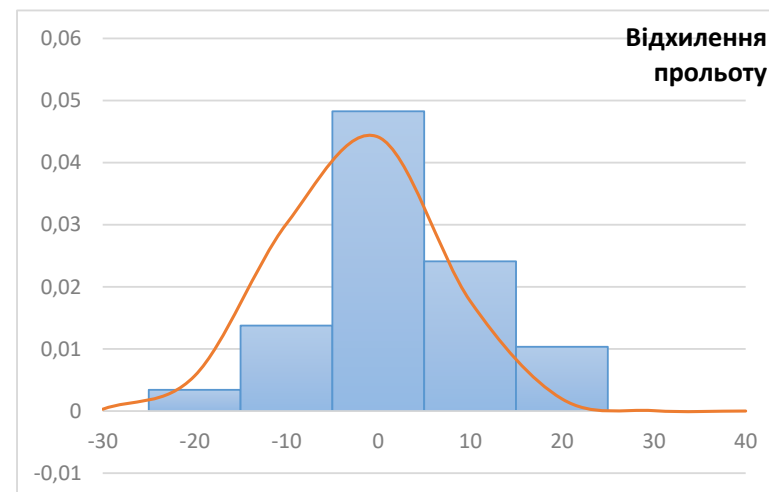
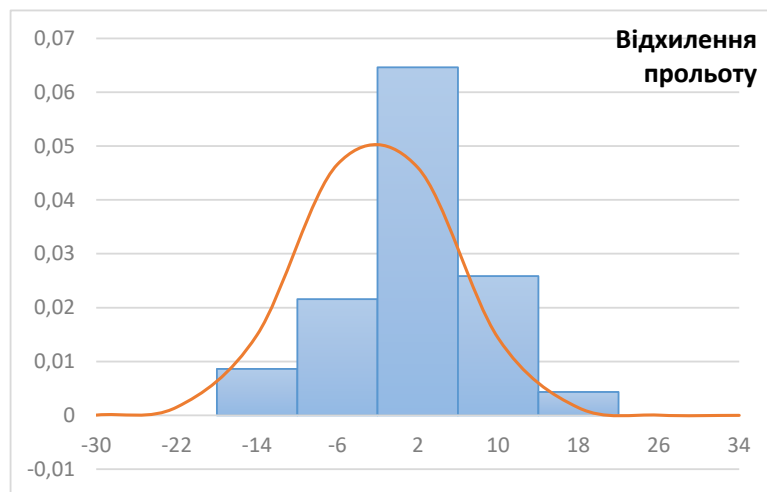
СПГ-3, Б-В 1981-1983 роки



Склад листового металу А-Б 1981-1983 роки



Головний корпус 1-6 1981-1983 роки



КМР 19192199 ПЗ

Зм.

Арк.

№ док-м.

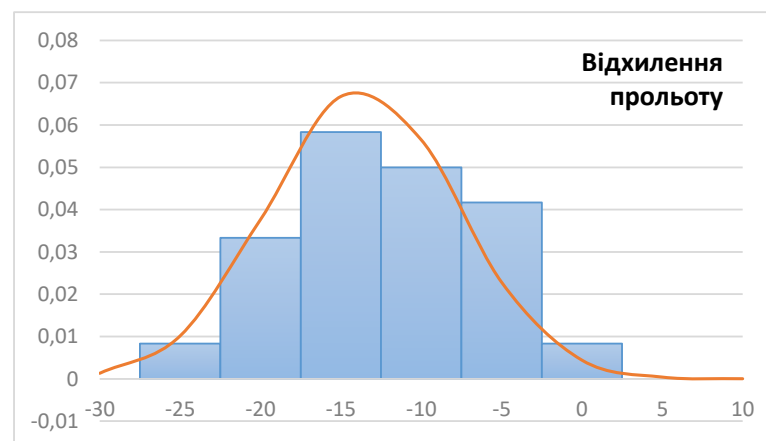
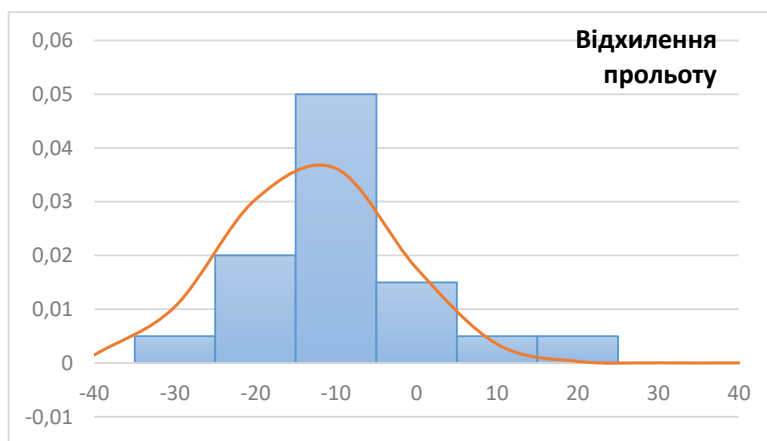
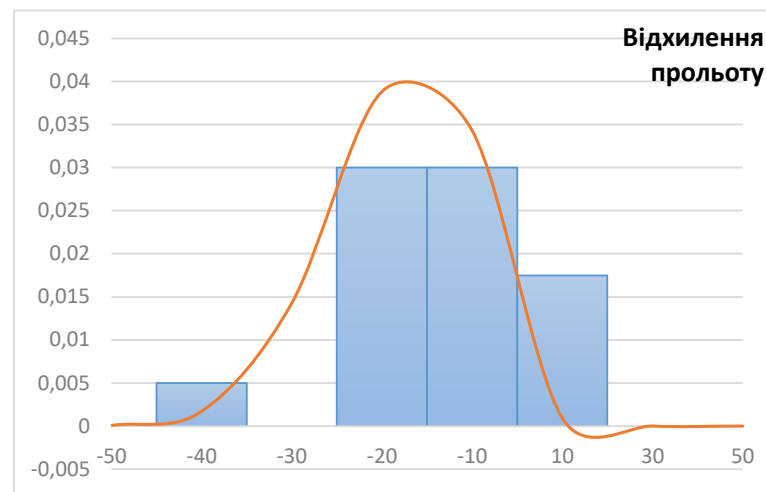
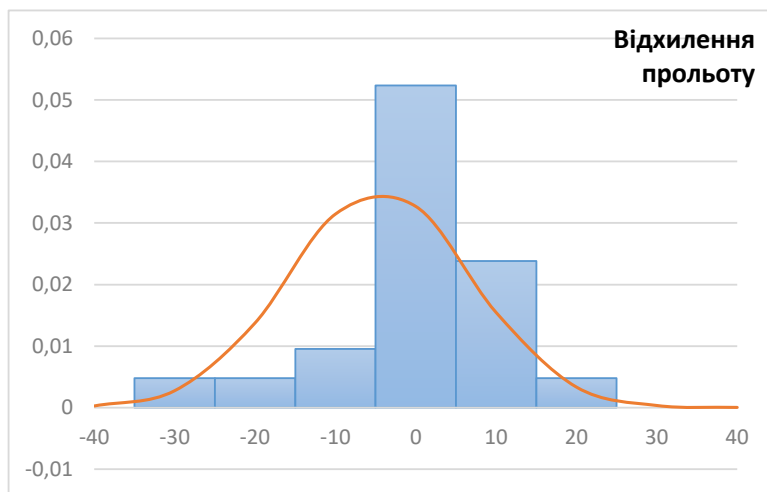
Підпис

Дата

87

Арк.

Головний корпус А-Б 1981-1984 роки



КМР 19192199 ПЗ

Знн.

Арк.

№ док-м.

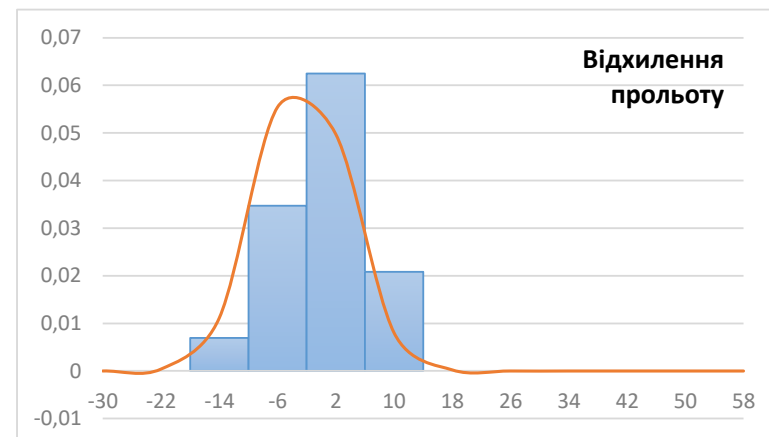
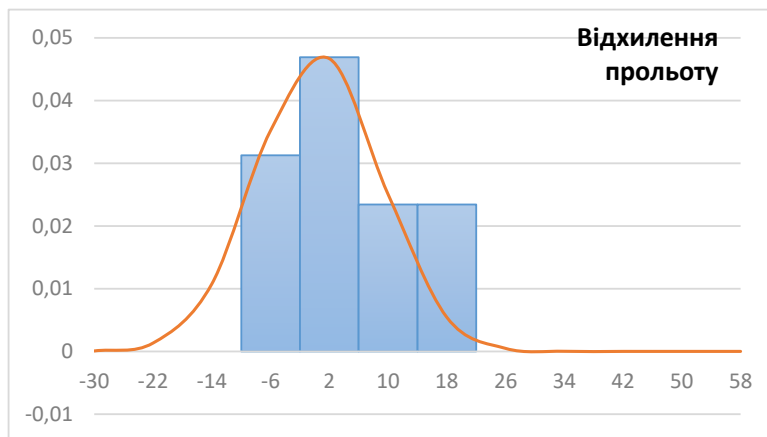
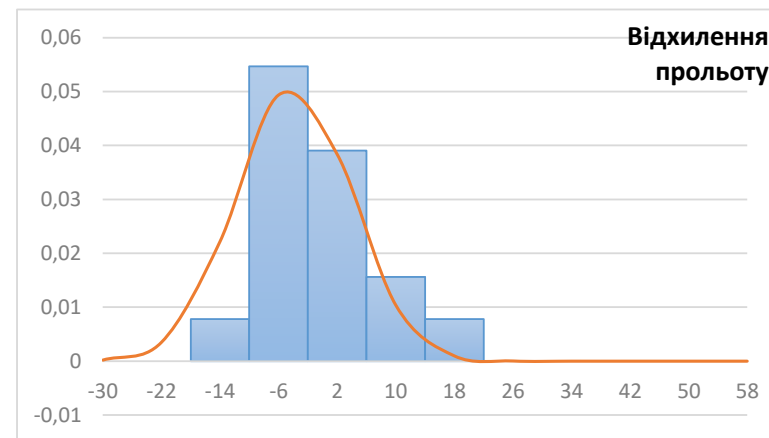
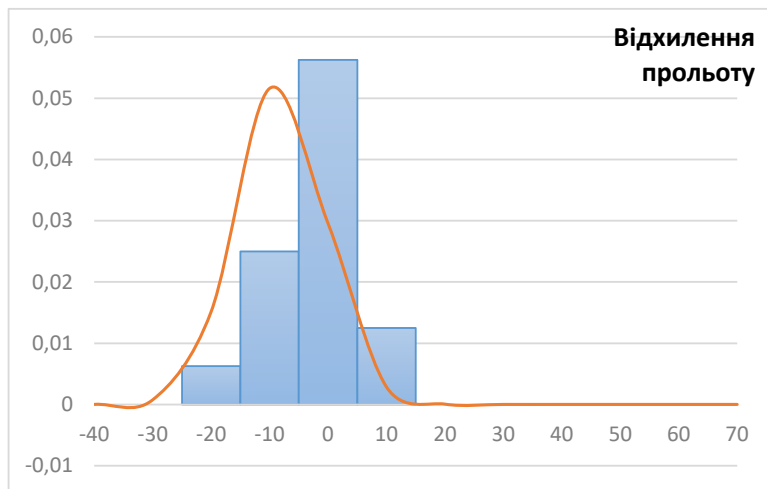
Підпис

Дата

88

Арк.

Головний корпус Б-В 1981-1984 роки



КМР 19192199 ПЗ

Зм.

Арк.

№ док.

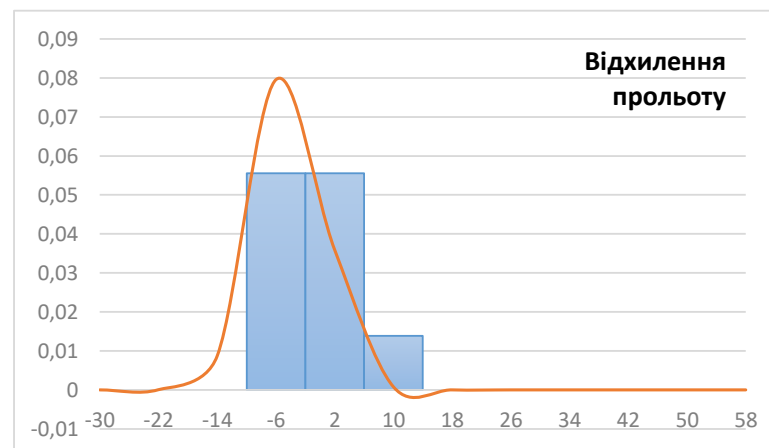
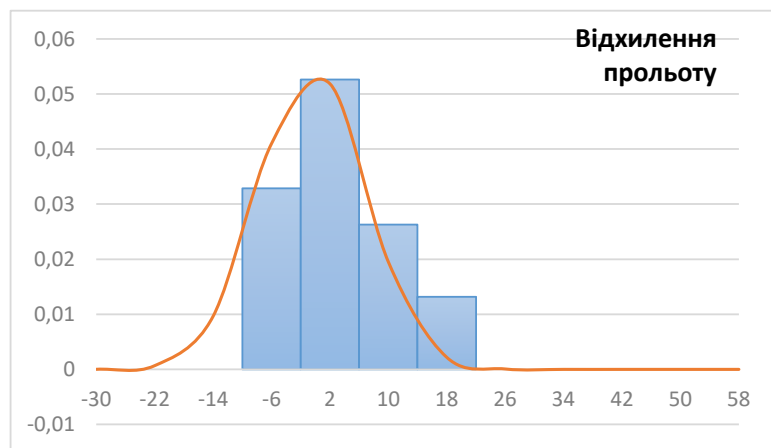
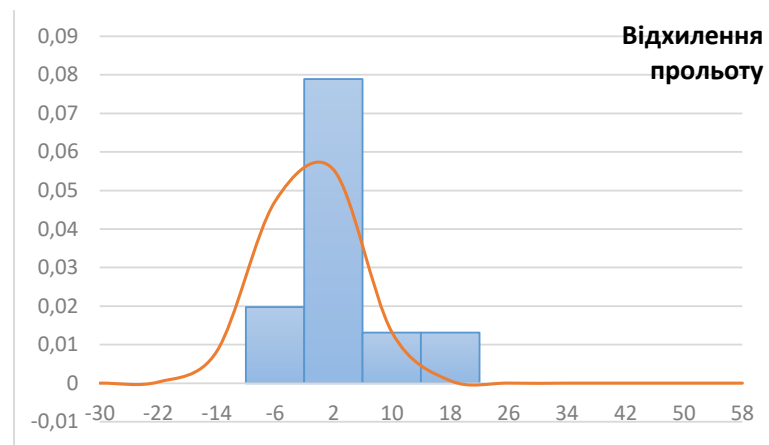
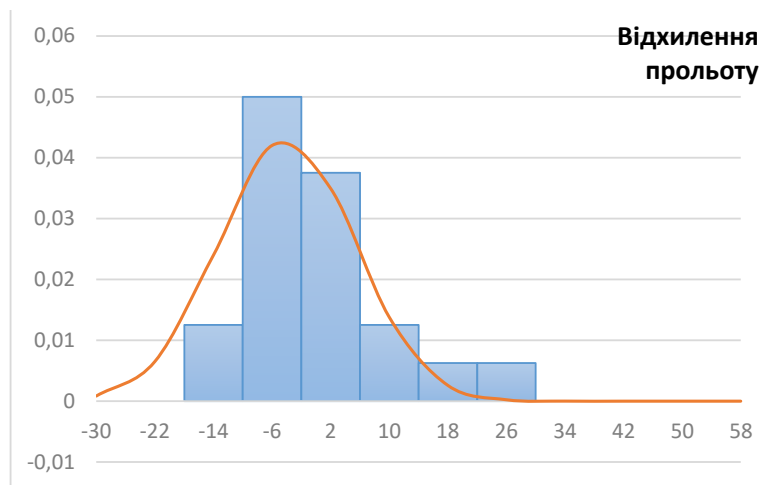
Підпис

Дата

89

Арк.

Головний корпус В-Г 1981-1984 роки



КМР 19192199 ПЗ

Зм.

Арк.

№ док-м.

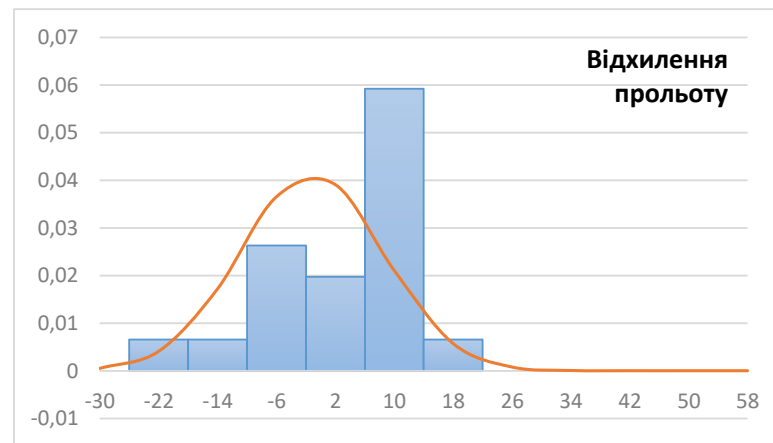
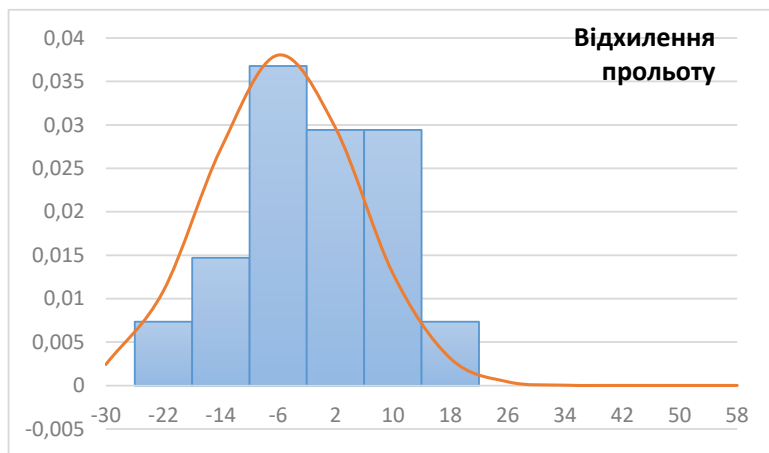
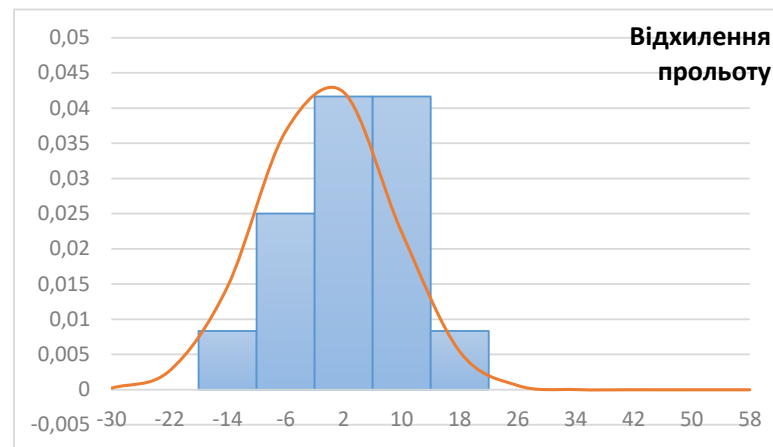
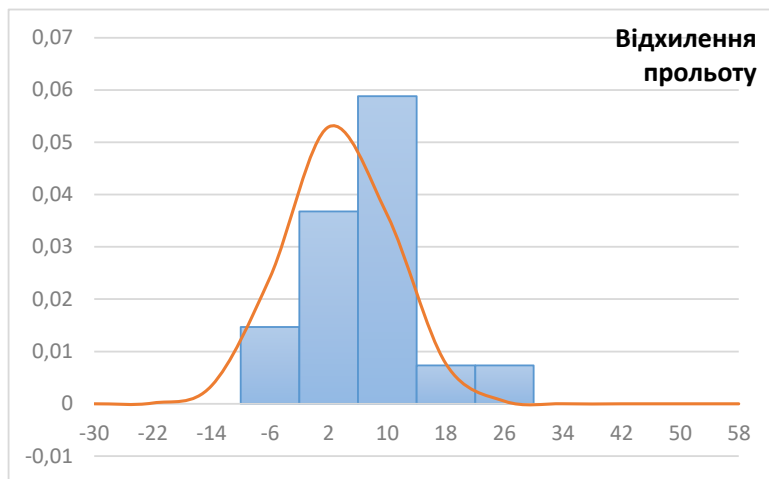
Підпис

Дата

90

Арк.

Головний корпус Г-Д 1981-1984 роки



КМР 19192199 ПЗ

Знн.

Арк.

№ док-м.

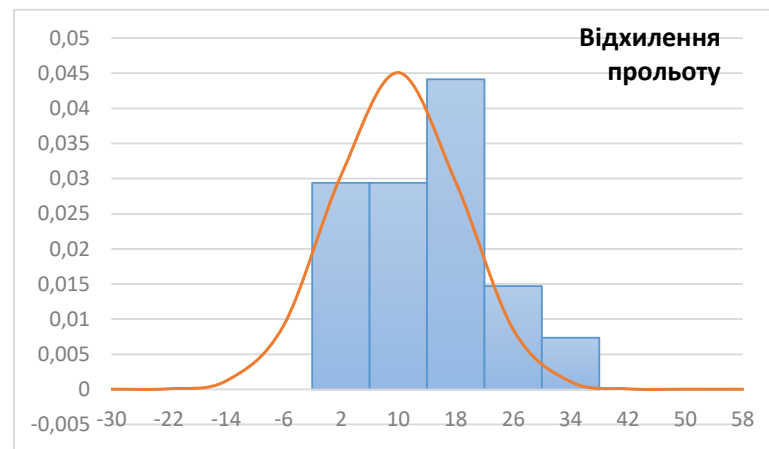
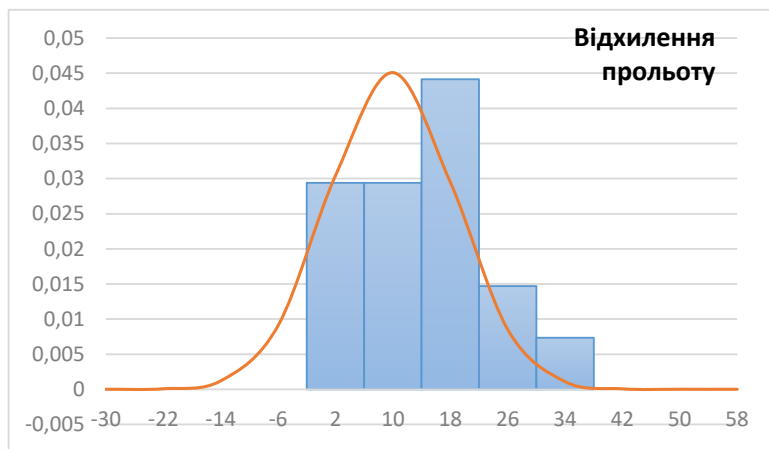
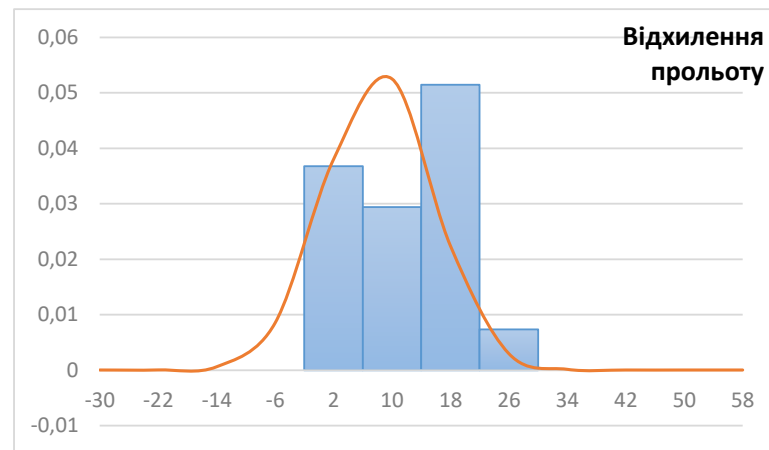
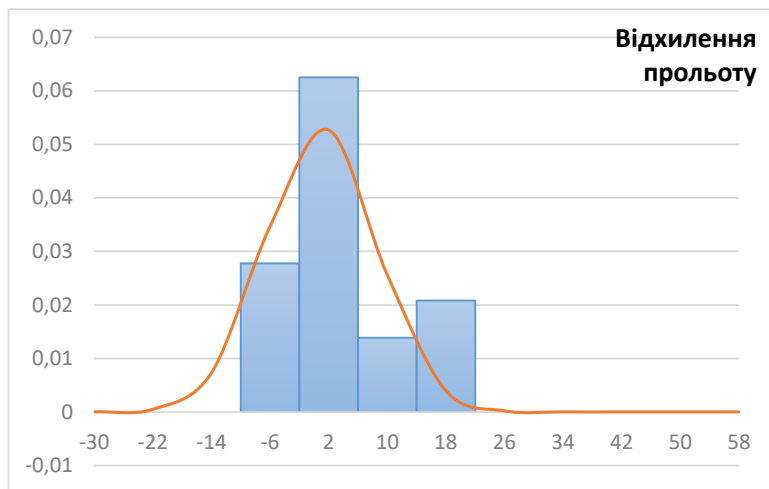
Підпис

Дата

91

Арк.

Головний корпус Д-Е 1981-1984 роки



КМР 19192199 ПЗ

Знн.

Арк.

№ док-м.

Підпис

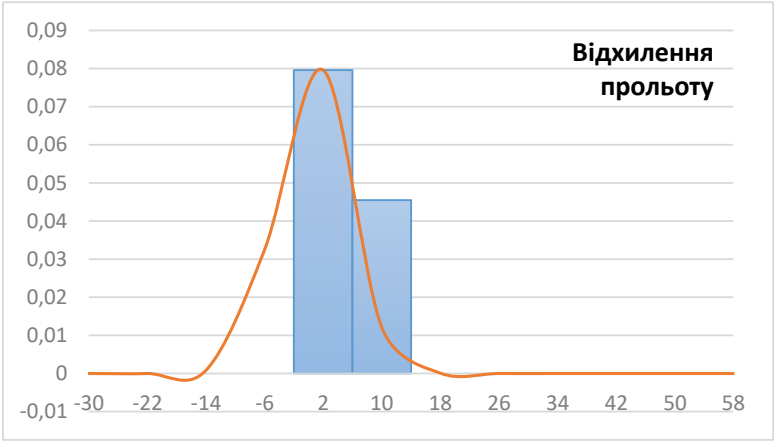
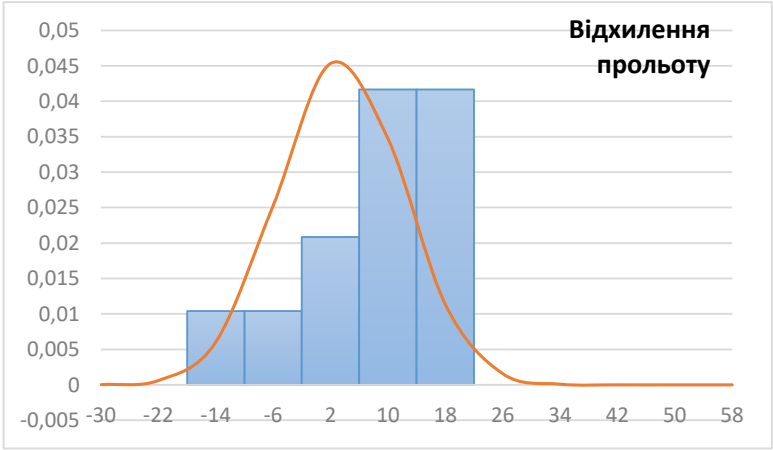
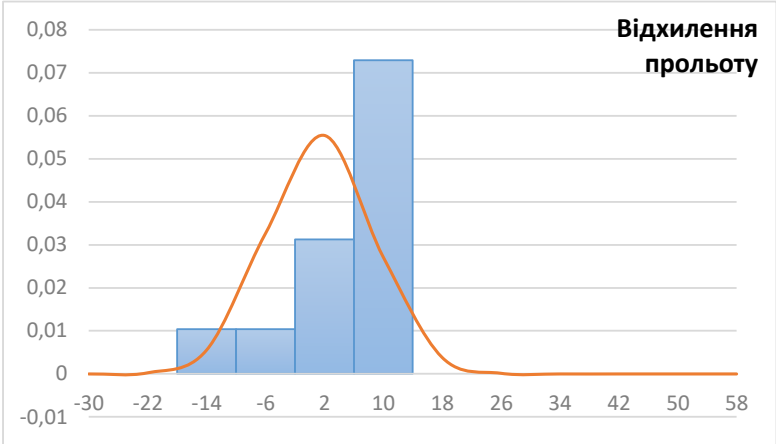
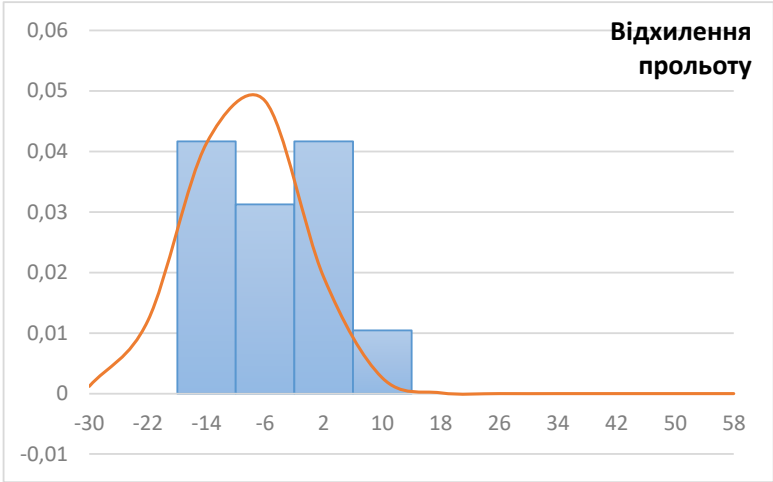
Дата

92

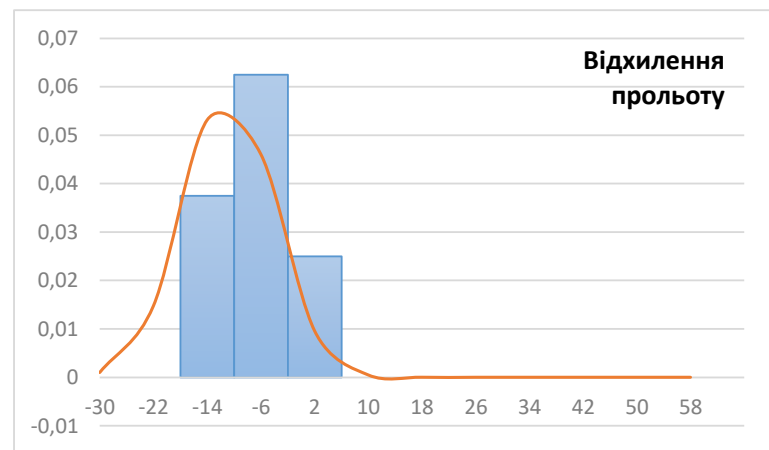
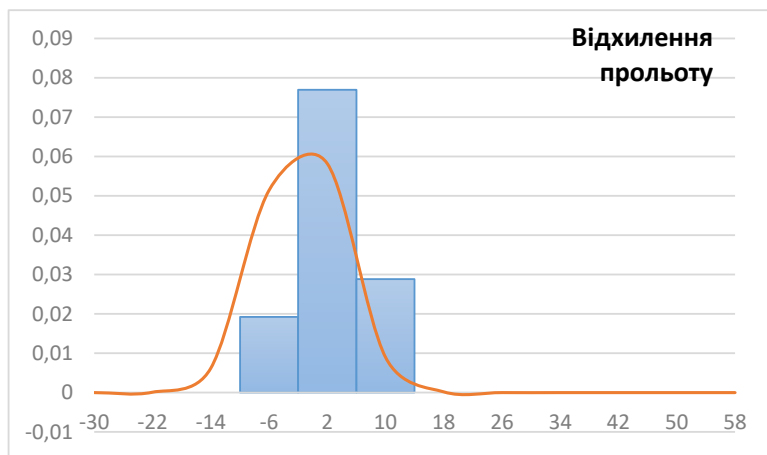
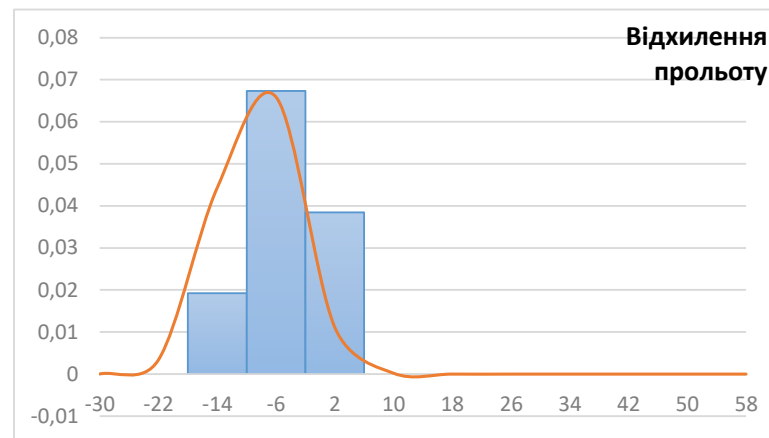
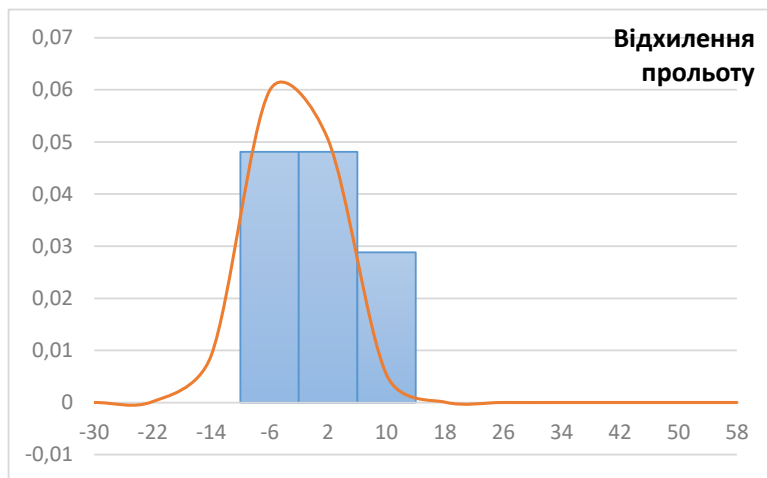
Арк.

Знн.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата
КМР 19192199 ПЗ				
93	Арк.			

Головний корпус Е-Ж 1981-1984 роки



Головний корпус Ж-И 1981-1984 роки



КМР 19192199 ПЗ

Зм.

Арк.

№ док-м.

Підпис

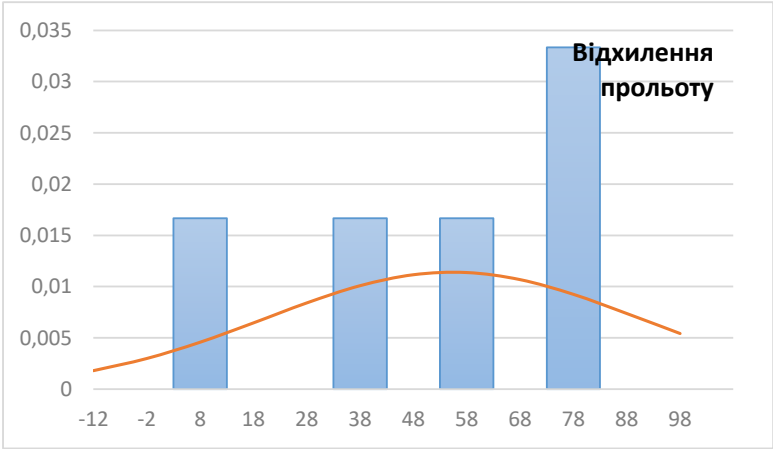
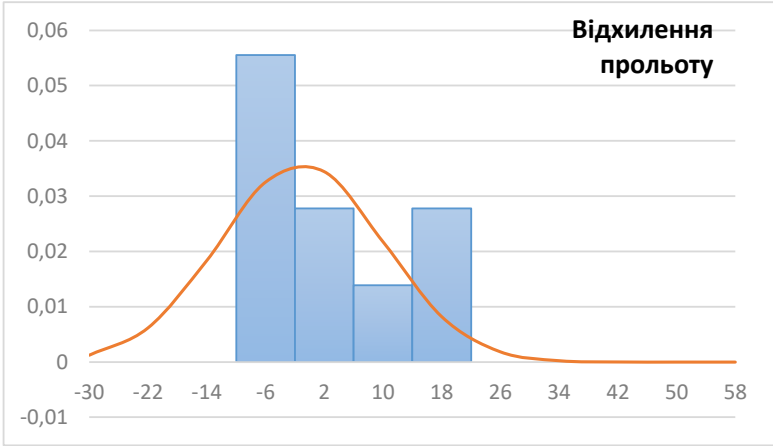
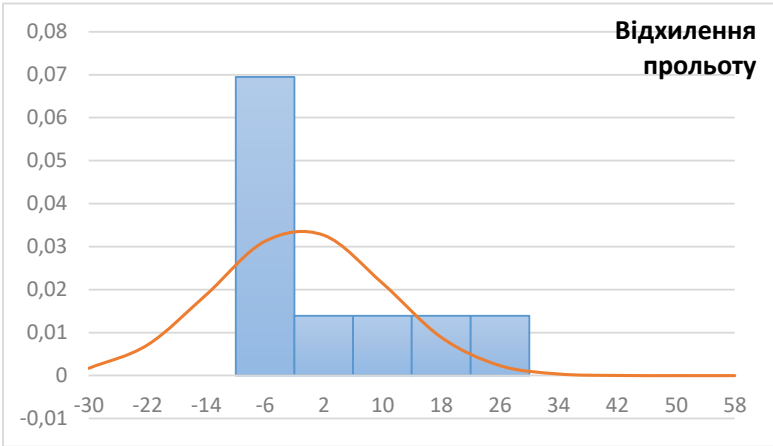
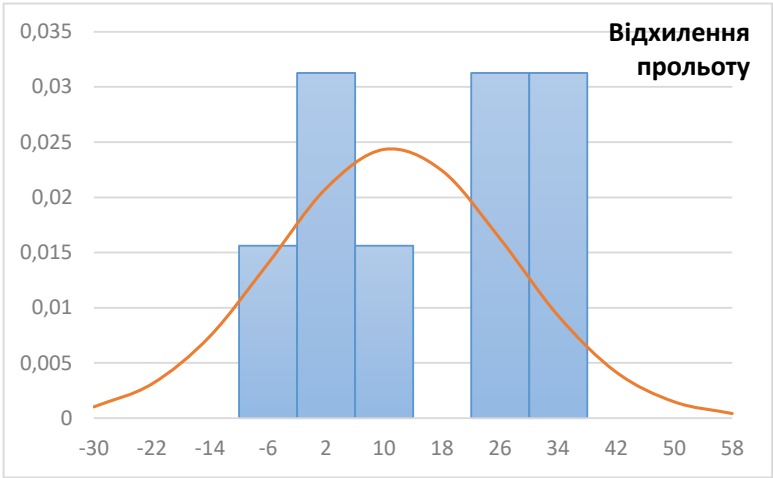
Дата

94

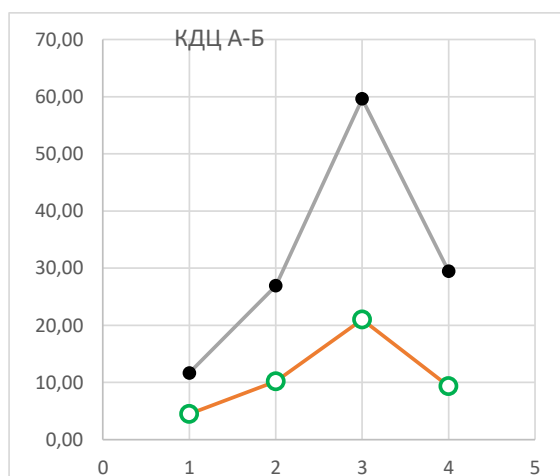
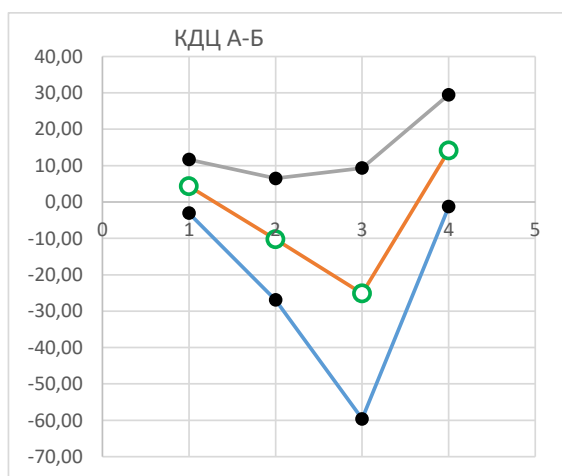
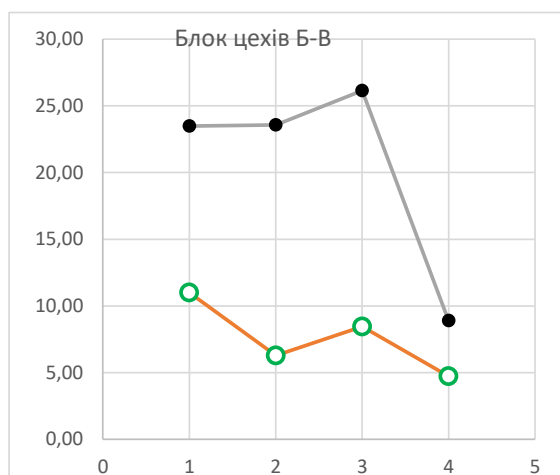
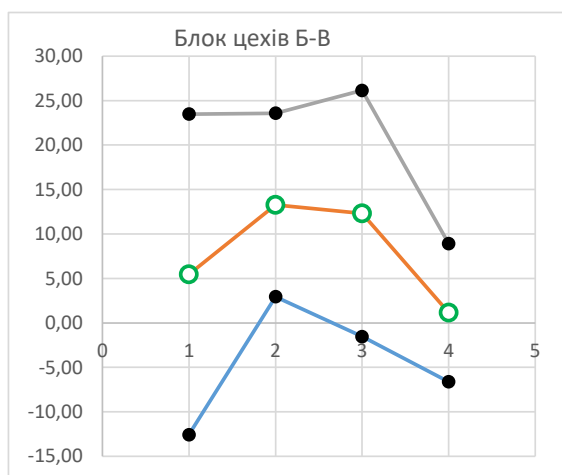
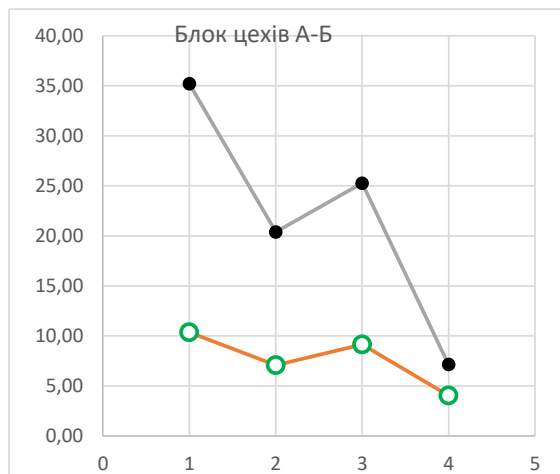
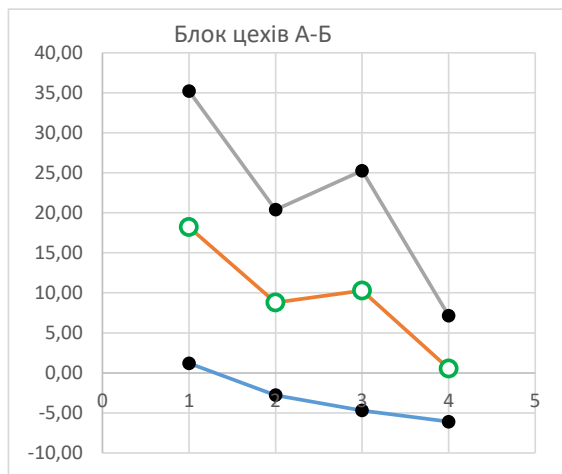
Арк.

Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата
КМР 19192199 ПЗ				
95	Арк.			

Головний корпус И-К 1981-1984 роки



Додаток В. ЗМІНИ ВІДХИЛЕНЬ В ЧАСІ ТА ШВИДКІСТЬ ЗРОСТАННЯ РОЗЛАДКИ КРАНОВИХ КОЛІЙ

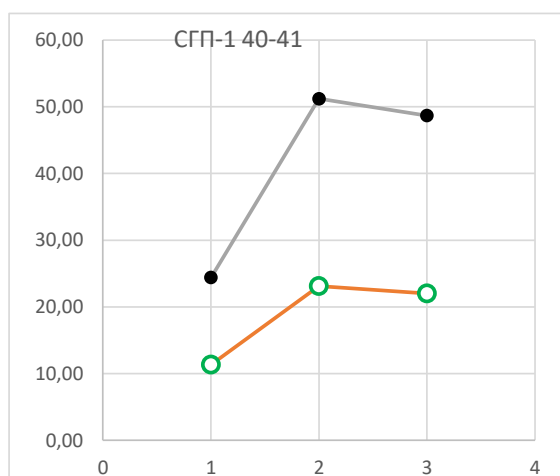
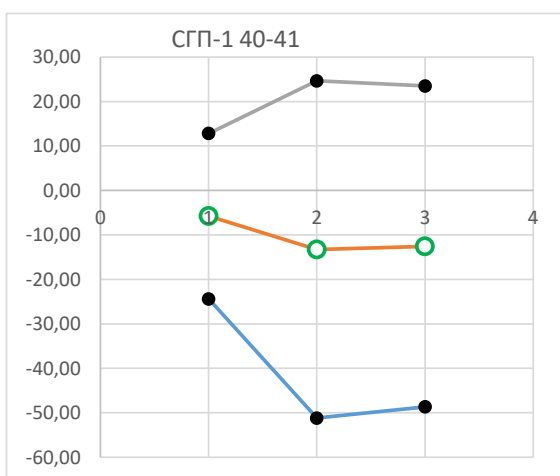
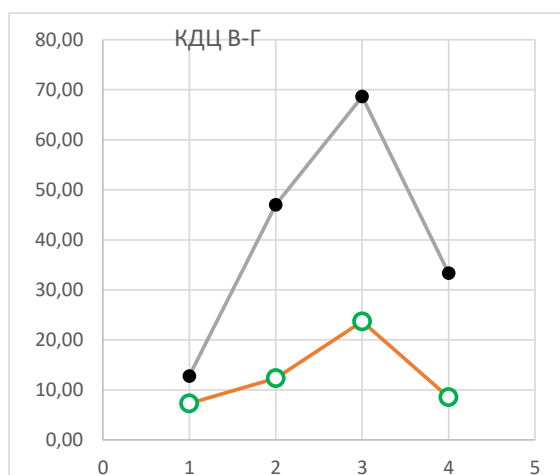
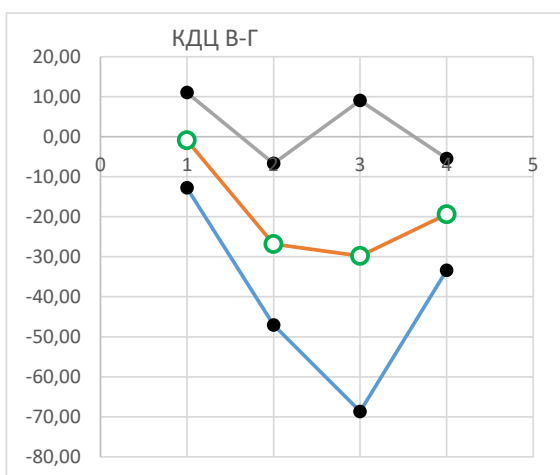
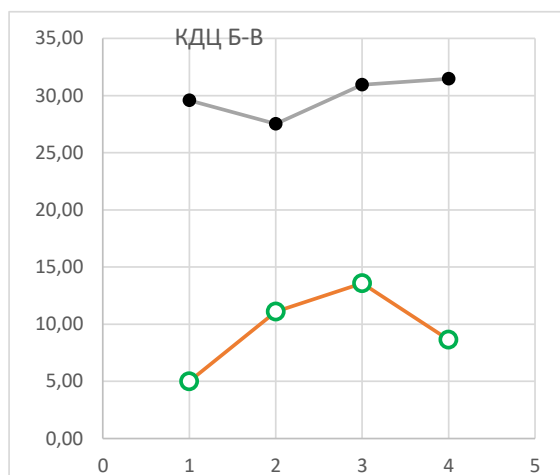
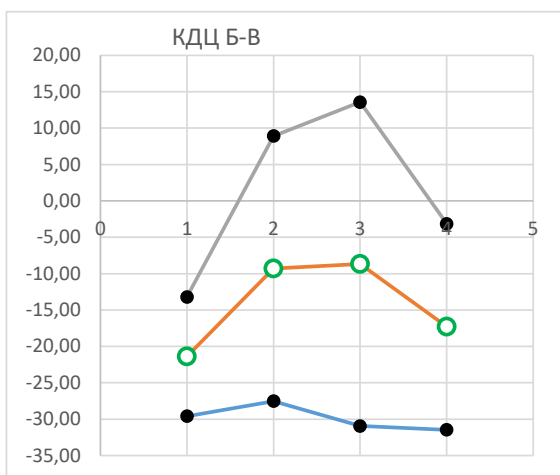


Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 19192199 ПЗ

Аркуш

96

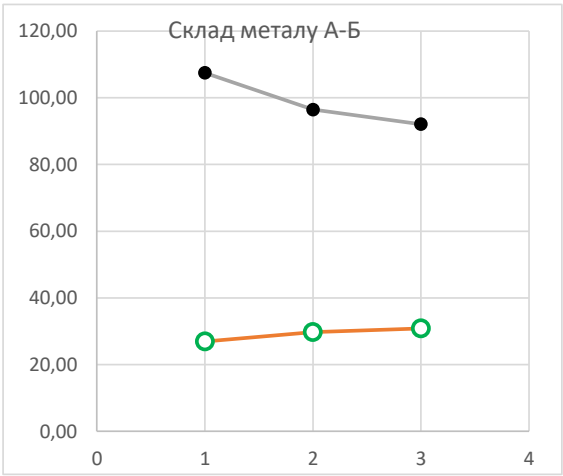
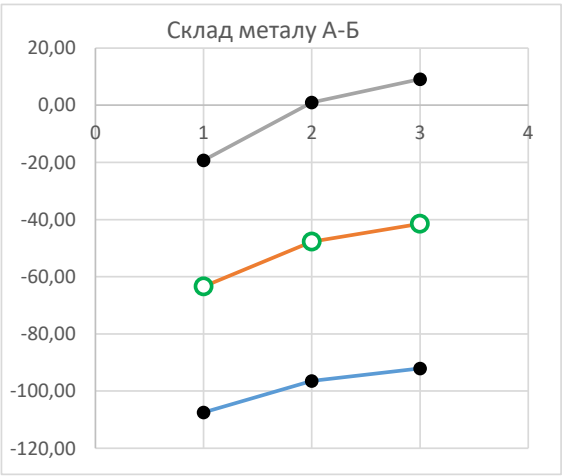
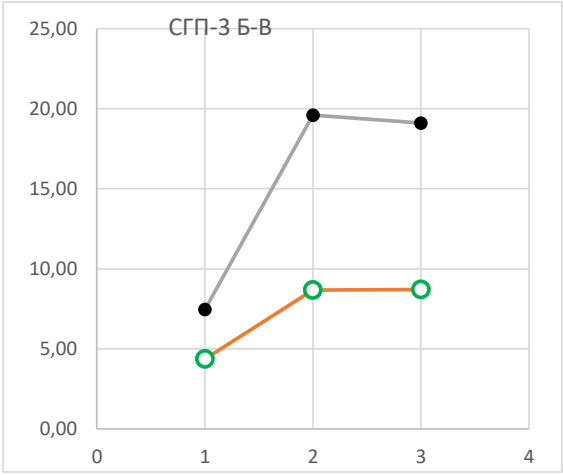
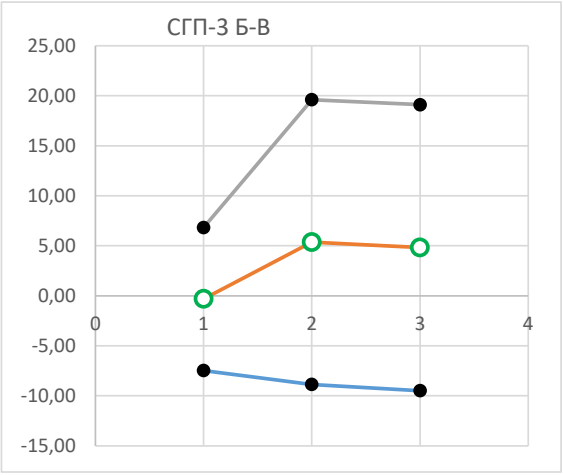
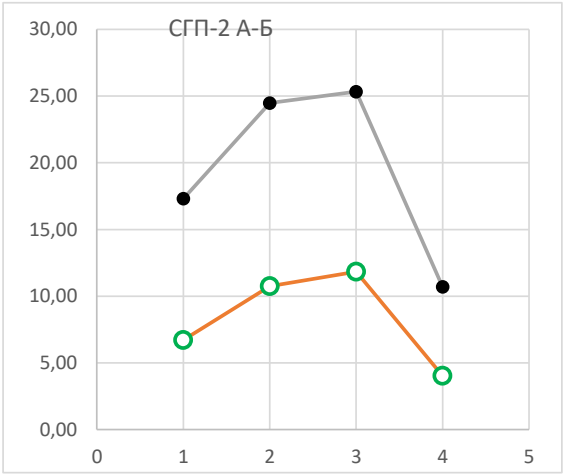
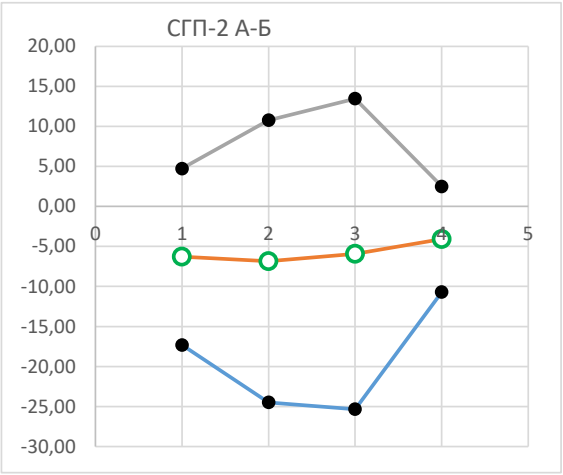


Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 19192199 ПЗ

Аркуш

97

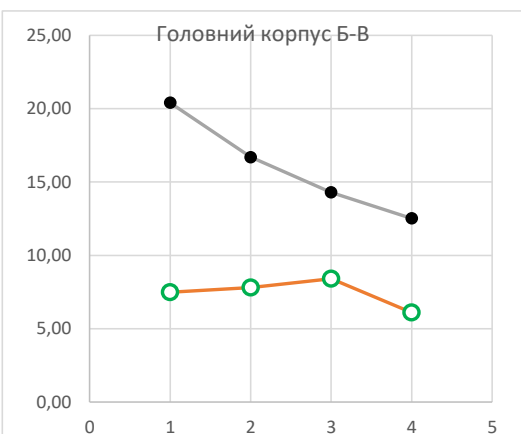
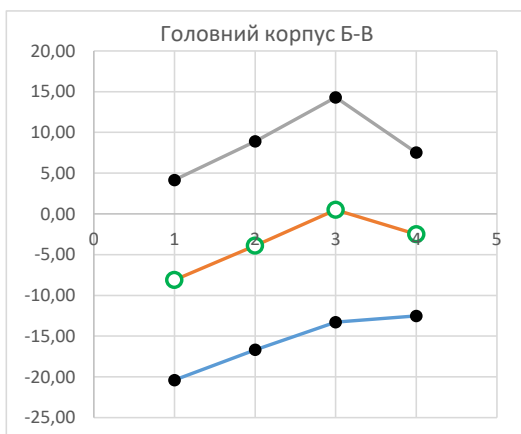
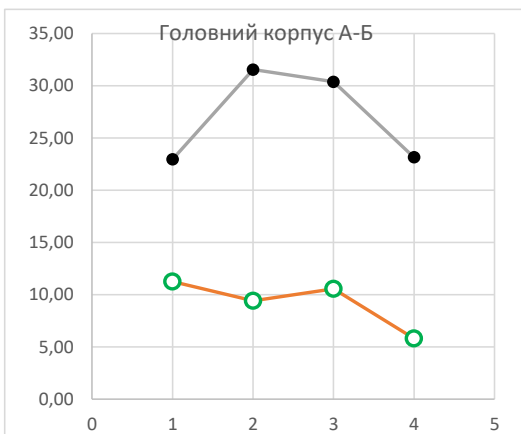
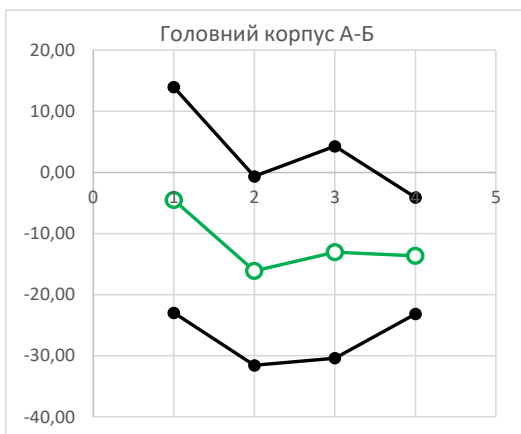
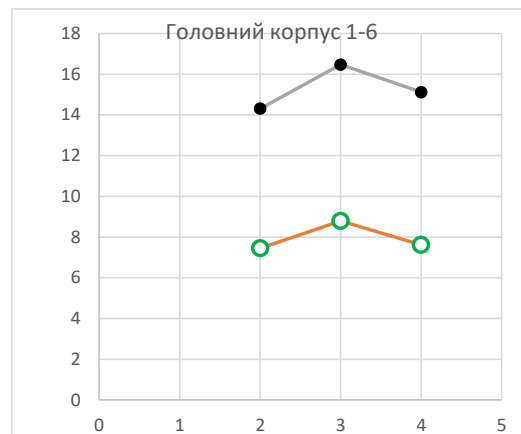
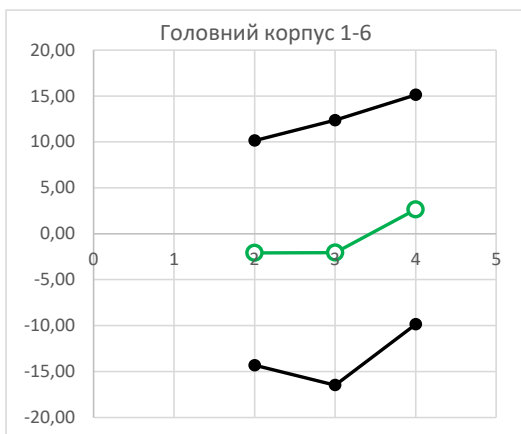


Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 19192199 ПЗ

Аркуш

98

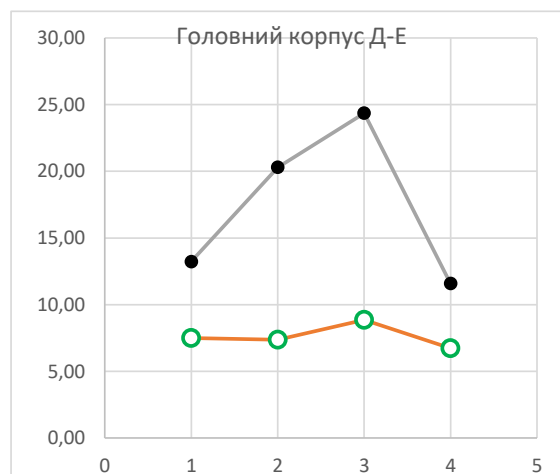
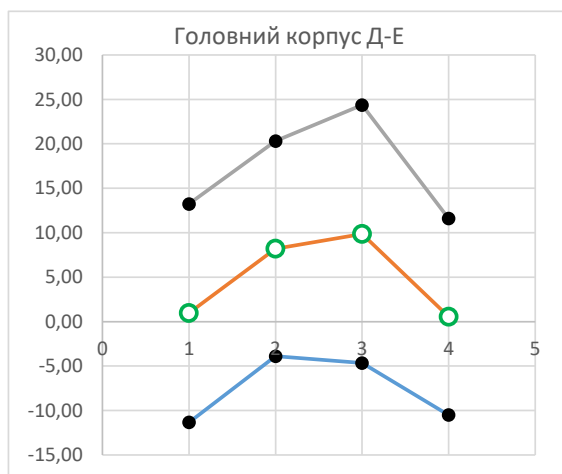
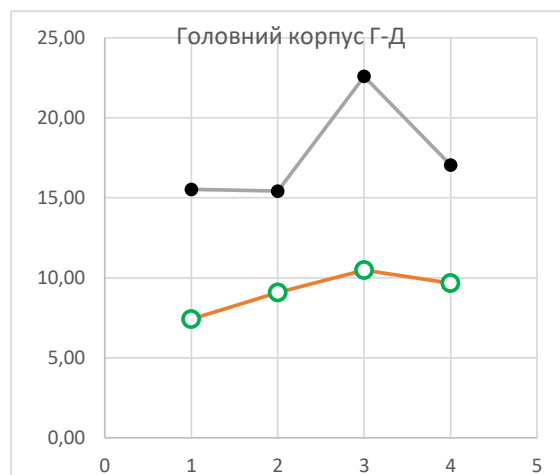
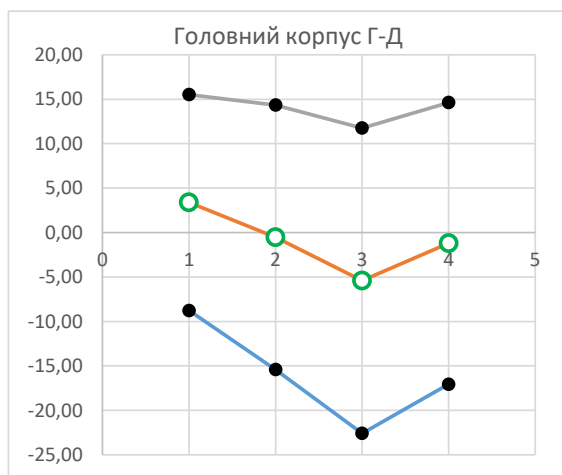
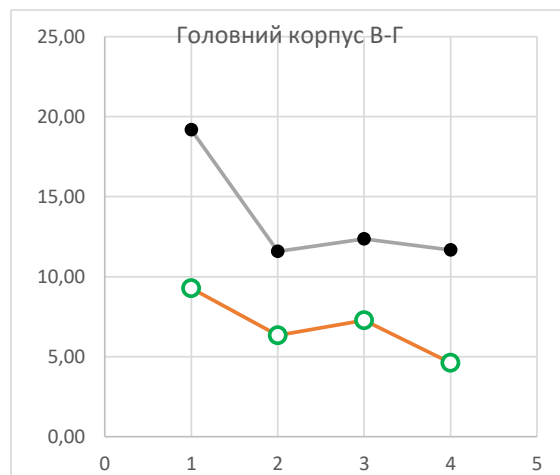
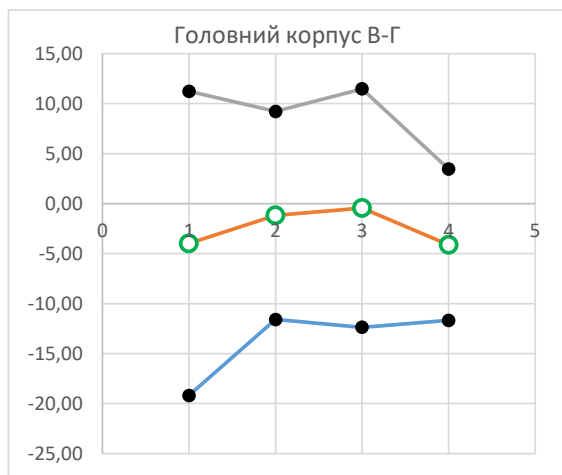


Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 19192199 ПЗ

Аркуш

99

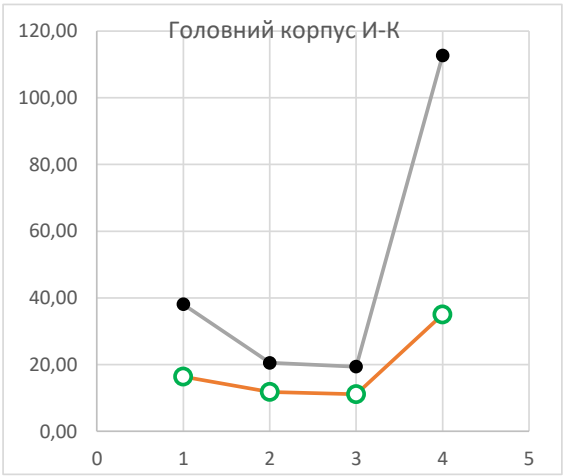
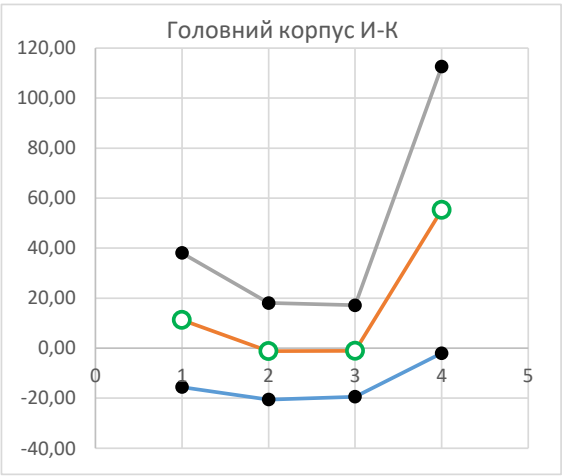
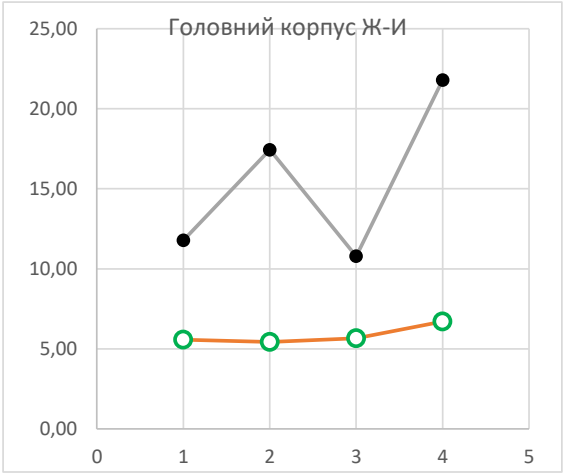
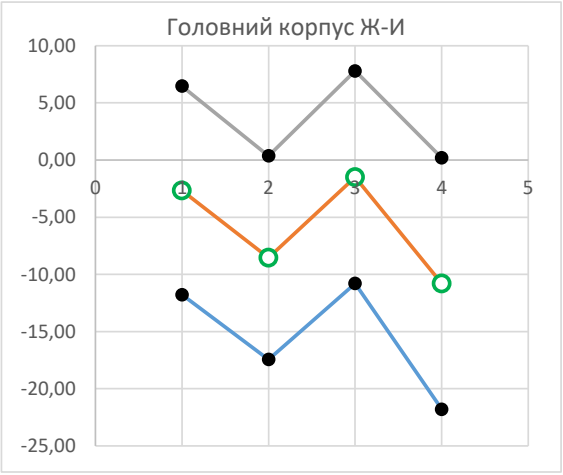
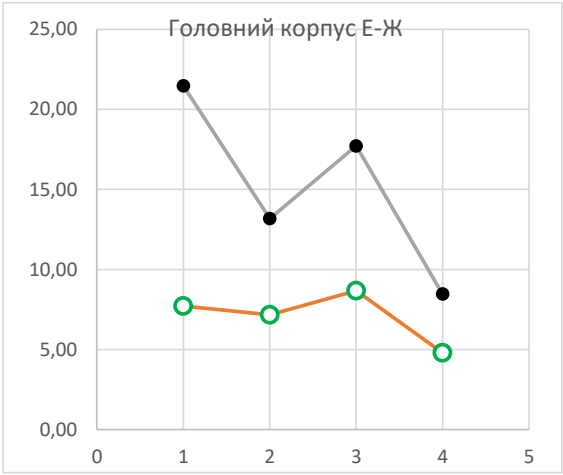
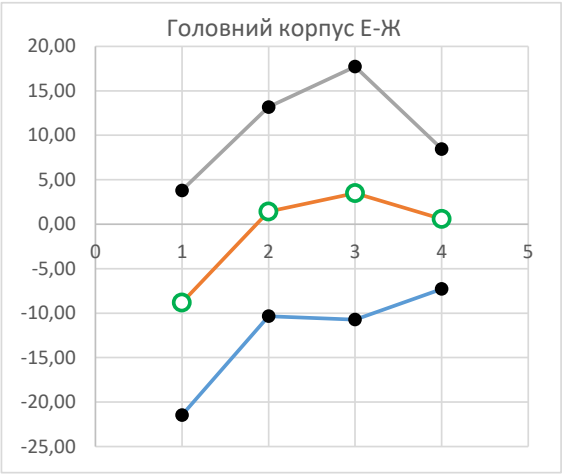


Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата

КМР 19192199 ПЗ

Аркуш

100



Додаток Г. ОХОРОНА ПРАЦІ

Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання

Згідно з Правилами охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання, однією з основних видів небезпеки, небезпечних ситуацій та небезпечних випадків, які можуть виникнути під час нормальної експлуатації та у разі порушення умов нормальної експлуатації обладнання, і які становлять небезпеку для обслуговуючого і ремонтного персоналу, є небезпека, пов'язана з несприятливими природними чинниками:

- 1) вітрове навантаження;
- 2) снігове навантаження;
- 3) ожеледиця, зледеніння.

Нагадуємо основні вимоги Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання, які стосуються експлуатації обладнання у зимовий період:

- кабіна й електроприміщення мають бути оснащені електричним освітленням, а також опаленням, кондиціонером;
- не допускається робота вантажопідіймальних кранів і мобільних підйомників під час вітру, який спричиняє відхилення на небезпечну відстань вільних (без вантажу) канатів і приладдя для вантажопідіймальних кранів і мобільних підйомників, за допомогою яких піднімається вантаж, а також за швидкості вітру, що перевищує допустимі значення, зазначені в журналі нагляду (паспорті) вантажопідіймального крана чи мобільного підйомника;
- не дозволяється виконання робіт з приводної колиски під час грози, туману, сильного дощу та швидкості вітру, що перевищує зазначену в настанові з експлуатації колиски;
- забороняється проведення робіт з колиски під час грози, туману, сильного дощу та швидкості вітру, що перевищує 7,5 м/с;

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						102
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- робота підйомника має бути припинена за швидкості вітру більше 10 м/с на висоті 10 м, а також під час грози, сильного дощу, туману, снігопаду та за недостатнього освітлення, а також за температури повітря, що нижча зазначеної в журналі нагляду (паспорті) підйомника;
- гальма механізмів пересування і повертання вантажопідіймальних кранів і машин, що працюють просто неба або в незахищеному від дії вітру місці, мають забезпечувати зупинку й утримування крана або машини та їх вантажного візка під дією вітру робочого стану, допустима швидкість якого зазначена в інструкції вантажопідіймального крана чи машини та з урахуванням допустимого ухилу;
- баштові крани з висотою до верху оголовка більше 15 м, козлові крани прогоном більше 16 м, порталні крани, перевантажувачі, а також кабельні крани мають бути обладнані анемометром (або сигналізатором тиску вітру для кранів мостового типу), що автоматично вмикає звуковий сигнал у разі перевищення допустимої швидкості вітру робочого стану, зазначеної в журналі нагляду (паспорті) крана.

Під час облаштування земляного полотна наземних кранових колій з насипного ґрунту не допускається:

- укласти мерзлий ґрунт, а також талий у суміші з мерзлим;
- відсипати земляне полотно під час інтенсивного снігопаду без вжиття заходів щодо захисту насипного ґрунту від включень снігу;
- ущільнювати ґрунти поливанням водою в зимовий час;
- у зимовий період рейки, рейкові скріплення, поверхні опорних підрейкових елементів, тупикові упори, пристрої вимикання обмежувача пересування крана, з'єднувальні провідники і перемички заземлення необхідно очищати від снігу.

Згідно п. 4.3 ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам, у тому числі, гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						103
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Постановою від 01.12.1999 р. № 42 (ДСН 3.3.6.042-99), яка затверджена головним державним санітарним лікарем України МОЗ України, регламентуються Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень, у тому числі кабін і приміщень вантажопідіймальних кранів.

Згідно ДСН 3.3.6.042-99: «При виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційним напруженням в кабінетах, пультах і постах керування технологічними процесами та інших приміщеннях, повинні дотримуватися оптимальні умови мікроклімату температура повітря 22–24 °С, відносна вологість 60–40%, швидкість руху повітря не більш 0,1 м/сек».

Для попередження можливого переохолодження працюючих в холодний період в приміщеннях, де на робочих місцях мікрокліматичні умови нижче допустимих величин:

- виділяють спеціальні місця для обігріву, встановлюють засоби для швидкого та ефективного обігрівання верхніх і нижніх кінцівок (локальний променево-контактний обігрів і т. ін.);
- встановлюють внутрішньозмінний режим праці та відпочинку, що передбачає можливість перерв для обігріву;
- забезпечують працюючих засобами індивідуального захисту (одяг, взуття, рукавиці) відповідно до вимог нормативних документів.

Виконання робіт на висоті: правила та нормативне регулювання

1. Що належить до робіт на висоті

Роботи на висоті — це роботи, при виконанні яких працівник перебуває на відстані менше 2 м від межі неогороджених зовнішніх або не перекритих внутрішніх перепадів по вертикалі 1,3 м і більше від робочої поверхні (грунту, перекриття, робочого настилу), а також роботи на похилій робочій поверхні незалежно від відстані від межі перепадів по вертикалі та наявності огороження.

Основним засобом захисту, що запобігає падінню з висоти, є захисне огороження перепадів по вертикалі або перекриття робочим настилом внутрішніх прорізів робочої поверхні, а допоміжним — безлямковий запобіжний

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						104
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

пояс, який за функціональним призначенням використовують лише для підтримування працівника.

2. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті

Задля «встановлення єдиного порядку організації і виконання робіт на висоті» було розроблено Правила охорони праці при роботі на висоті, затверджені наказом Держгірпромнагляду від 27.03.2007 № 62 (НПАОП 0.00-1.15-07; далі — Правила).

Правила виконання робіт на висоті та всі інші нормативно-правові акти з охорони праці до робіт на висоті відносять роботи на висоті понад 1,3 м.

У нормативних документах міжнародної організації праці під роботами на висоті розуміють роботи на рівні або нижче рівня поверхні землі, з якого може потрапити під дію травми, зокрема підйом і спуск з такого місця.

До таких робіт належать:

- роботи на риштуваннях і помостах;
- у кузові транспортного засобу;
- стаціонарних платформах і колисках;
- на сцені або естакаді (наприклад, під час концерту, зйомки);
- поруч з виїмками (котлованами, траншеями, колодязями), а також у разі використання для доступу опори або каната.

При цьому до робіт на висоті не відносять переміщення по стаціонарних драбинах (сходових маршах).

Розглянемо вимоги окремих розділів та підпунктів Правил і порівняємо їх з вимогами інших нормативних актів.

У Правилах є розділ 6.4 «Вимоги безпеки під час виконання робіт з колисок будівельних і тих, що навішуються на гак крана». Але згідно з частиною четвертою підпункту 7.5.28 Правил будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів, затверджених наказом Держгірпромнагляду від 18.06.2007 № 132 (НПАОП 0.00-1.01-07), такий спосіб виконання робіт дозволяється за умови використання спеціальних колисок і розроблення проекту виконання робіт, який установлює порядок проведення робіт і заходи щодо

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						105
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

здійснення безпечного виконання цих робіт, а також підлягає експертизі з питань охорони праці.

Устаткування для підймання людей або людей і вантажів, в тому числі таке, де є ризик падіння з висоти понад три метри, передбачено Переліком типів машин, до яких застосовується процедура оцінки відповідності машини вимогам Технічного регламенту безпеки машин (п. 17 додатка 9 до Технічного регламенту безпеки машин, затвердженого постановою КМУ від 30.01.2013 № 62).

Підпунктом 7.2.1 Правил встановлено: «До початку проведення робіт на даху споруд необхідно виконати передбачені нарядом заходи безпеки, в тому числі: відгородити щитами, канатами тощо діючі електромережі та електроустаткування, що знаходяться на відстані 2,5 м і ближче до місця проведення робіт та вивісити на огорожі відповідні знаки та плакати безпеки...». Однак допустима відстань людини у будь-якому можливому її положенні та інструментів і пристосувань, які вона використовує, від тимчасових огорож до струмопровідних частин, що перебувають під напругою до 1 кВ, визначена як 0,6 м (пп. 2.3.3, таблиця 2.3 Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 09.01.1998 № 4; НПАОП 40.1-1.21-98).

А допустима відстань від будівельної машини (вантажопідйимального, землерийного, бурильного та інших механізмів) або від її підйимальної (висувної) частини, а також робочого органу або вантажу, що підіймається, в будь-якому положенні до вертикальної площини, утворюваної проекції на землю найближчого проводу, що перебуває під напругою повітряної наземної лінії електропередачі змінного струму, — 1 м. Більш безпечним є проведення робіт біля знеструмлених струмопровідних частин.

Згідно з підпунктом 7.7.3 Правил інвентарні риштування мають бути завширшки не менше 0,6 м із робочим проходом на них не менше 0,5 м, але відповідно до підпункту 6.2.3 ДБН А.3.2-2-2009 — ширина одиночних проходів до робочих місць і на робочих місцях має бути не менше ніж 0,6 м.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						106
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Підпунктом 7.10.6.3.7 Правил встановлені такі вимоги: «При виконанні робіт на висоті 3 м і більше з приставних драбин, які неможливо закріпити за елементи конструкції, спорудження тощо застосовують бокові відтяжки, зачеплені за верхню щабліну драбини (технологічні отвори у верхній частині драбини). Відтяжки розташовують паралельно площини спорудження, під кутом не менше 45° відносно вісі тятиви драбини і кріплять знизу до природних (штучних) опор. Перед установкою драбини в робоче положення за її верхню щабліну кріпиться страхувальний канат і відтяжки. При підйомі й виконанні роботи з драбини працівник забезпечує власну безпеку (самострахування) за допомогою затискача (вузла, що самозатягується), закріпленого через карабін до страхувального вузла зачеплення поясу запобіжного лямкового або за допомогою страхувального каната, що утримується іншим працівником».

Хоча у такому випадку більш безпечним є проведення робіт із використанням засобів підмоцнування (риштування, помосту). Крім того, згідно з підпунктом 7.3.28 ДБН А.3.2-2-2009 приставні драбини без робочих площадок дозволяється використовувати тільки для переходу між окремими ярусами будівлі, що будується, і для виконання робіт, що не потребують від виконавця упору в конструкції будівлі; роботи на приставних драбинах допускаються тільки у виняткових випадках — під час аварії, якщо вона створює небезпеку для життя людини та руйнування устаткування (для проведення робіт на висоті мають використовуватися більш безпечні автомобільні підіймачі).

Техніка безпеки при зварювальних роботах

Згідно ГОСТ 12.0.002-74:

"Техніка безпеки – це система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів".

"Охорона праці – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально-економічних, технічних і гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці".

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						107
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Всі методи зварювання вимагають дотримання певного комплексу правил техніки безпеки та охорони праці. На зварювальника під час зварювання плавленням в тій чи іншій мірі існує можливість небезпечних впливів в зв'язку з наступними факторами:

- 1) ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин електричного кола;
- 2) ураження променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- 3) опіки від крапель металу і шлаку при зварюванні;
- 4) отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;
- 5) вибухи через неправильне поводження з балонами стисненого газу або через виробництво зварювання в ємностях з-під горючих речовин, або виконання зварювання поблизу легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- 6) пожежі від розплавленого металу і шлаку в процесі зварювання;
- 7) травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання і в процесі зварювання.

Як показують статистичні дані, 80% травм зварників пов'язано з транспортними операціями важких металевих виробів.

Для запобігання небезпеки ураження електричним струмом необхідно, щоб джерела живлення мали автоматичні пристрої, що відключають їх при обриві дуги протягом не більше 0,5 с.

Враховуючи непостійну величину електричного опору людського тіла, безпечним вважають напругу не вище 12 В (переносне освітлення). З метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом зварювальнику слід дотримуватися наступних заходів:

- 1) надійна ізоляція всіх, проводів, пов'язаних з живленням джерела струму і зварювальної дуги, пристрій геометрично закритих включаючих пристроїв, заземлення корпусів зварювальних апаратів (заземленню підлягають: корпуса джерел живлення, апаратного ящика, допоміжне електричне обладнання; перетин заземлюючих проводів повинен бути не менше 25 мм²);

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						108
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

2) застосування в джерелах живлення автоматичних вимикачів високої напруги, які в момент холостого ходу розривають зварювальний ланцюг і подають на тримач напругу 12 В;

3) надійний пристрій електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварним виробом або руками зварника (ГОСТ 14651-69);

4) робота у справно-сухому спецодязі і рукавицях. При роботі в тісних відсіках і замкнутих просторах обов'язкове використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6-12 В;

5) при роботі на електронно-променевих установках запобігання небезпеки ураження променями жорсткого рентгенівського поглинання шкідливих випромінювань, пов'язаних з горінням дуги (особливу небезпеку в сенсі ураження очей представляє світловий промінь квантових генераторів (лазерів) так, як навіть відбиті промені лазера можуть викликати важке пошкодження очей та шкіри).

Захисне скло, вставлене в щитки й маски, зовні закривається простим склом для оберігання його від бризок розплавленого металу. Щитки виготовляють з ізоляційного металу – фібри, фанери і за формою і розмірами вони повинні повністю захищати обличчя та голову зварника (ГОСТ 1361-69).

Для ослаблення різкого контрасту між яскравістю дуги і малою яскравістю темних стін (кабіни) останні повинні бути пофарбовані у світлі тони (сірий, блакитний, жовтий) з додаванням у фарбу окису цинку з метою зменшення відображення ультрафіолетових променів дуги, що падають на стіни.

При роботі поза кабіною для захисту зору зварювальників, що працюють і допоміжних робітників повинні застосовуватися переносні щити й ширми.

Для запобігання небезпеки ураження бризками розплавленого металу і шлаку використовують спецодяг (брюки, куртку і рукавиці) з брезентової або спеціальної тканини. Куртки при роботі не слід вправляти у штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						109
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Для захисту від зіткнення з вологою, холодною землею і снігом, а також з холодним металом при зовнішніх роботах і в приміщенні зварювальники повинні забезпечуватися теплими підстилками, матами, підколінника і підлокітниками з вогнестійких матеріалів з еластичним прошарком.

Висока температура дуги (6000-8000°C) неминуче призводить до того, що частина зварювального дроту, покриттів, флюсів переходить в пароподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються на аерозоль конденсації, частинки якої по дисперсності наближаються до димам і легко потрапляють в дихальну систему зварювальників. Ці аерозолі становлять головну професійну небезпеку праці зварювальників. Кількість пилу в зоні дихання зварника залежить головним чином від способу зварювання і зварювальних матеріалів, але певною мірою визначається і типом конструкцій. Хімічний склад електрозварювального пилу залежить від способів зварювання та видів основних і зварювальних матеріалів.

Поряд з пилом при дуговому зварюванні також утворюються і виділяються газоподібні продукти – оксиди азоту, окис вуглецю; при зварюванні електродом з покриттям "Б" і під флюсами – фтористі з'єднання.

Запобігання небезпеки ураження променями електричної дуги. Зварювальна дуга є джерелом світлових променів, яскравість яких може викликати опік незахищених очей при опроміненні їх протягом всього 10-15 с. Більш тривалий вплив випромінювання дуги може привести до пошкодження кришталика ока і втрати зору. Ультрафіолетове випромінювання викликає опіки очей та шкіри, інфрачервоне може викликати помутніння кришталика ока.

У зоні дихання зварювальників концентрація цих газів може досягати (мг/л): N_2O_5 0,009-0,018; SiF_4 , HF до 0,004 кожного, CO до 0,46. При зварюванні кольорових металів і їх сплавів в зоні дихання зварника можуть спостерігатися такі шкідливі газоподібні сполуки як наприклад, ZnO , SnO_2 , MnO_2 , SiO_2 і т.д.

Найбільш небезпечні для здоров'я зварювальників аерозолі марганцю, так як отруєння марганцем може викликати тривале і стійке ураження центральної нервової системи аж до паралічів. Гострі отруєння парами цинку і свинцю

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						110
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

можуть викликати ливарну лихоманку, а отруєння хромовим ангідридом – бронхіальну астму. Тривале відкладання пилу в легенях може викликати пневмоконіози.

Всі зазначені ураження можуть виникнути, якщо зварювання виконують з грубим порушенням правил техніки безпеки та охорони праці, що стосуються забезпечення загальної та місцевої вентиляції, застосування індивідуальних засобів захисту (масок, респіраторів), особливо при зварюванні кольорових металів і їх сплавів, а також при зварюванні в тісних, замкнутих відсіках при недостатній вентиляції і т. п.

Існують суворі вимоги в області вентиляції при зварювальних роботах. Для уловлювання зварювального аерозолю на стаціонарних постах, а де це можливо, і на нестаціонарних потрібно встановлювати місцеві відсмоктувачі у вигляді витяжної шафи вертикальної та ін. При автоматичному зварюванні під флюсом, в захисних газах, електрошлакового зварювання застосовують пристрої з місцевим відсмоктуванням газів.

При використанні балонів із стисненими газами необхідно дотримуватися встановлених заходів безпеки: не кидати балони, не встановлювати їх поблизу нагрівальних приладів, не зберігати разом балони з киснем та горючими газами, балони зберігати у вертикальному положенні. При замерзанні вологи в редукторі балона з CO₂ відігрівати його тільки через спеціальний електричний обігрівач або обкладаючи ганчірками, намоченими в гарячій воді. Категорично забороняється відігрівати будь балони із стисненими газами відкритим полум'ям, тому що це майже неминуче призводить до вибуху балона.

При виробництві зварювальних робіт на ємностях, раніше використаних, потрібно з'ясувати тип продукту, що зберігався і наявність його залишків. Обов'язкове ретельне очищення судини від залишків продуктів і 2-3- кратна промивка 10%-вим розчином лугів, необхідне також подальше продування стисненим повітрям для видалення запаху, який може шкідливо діяти на зварювальника.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						111
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Категорично забороняється продувати ємності киснем, тому що в цьому випадку потрапляння кисню на одяг і шкіру зварювальника за будь-якому відкритому джерелі вогню викликає інтенсивне загорання одягу і призводить до опіків зі смертельним результатом.

Вибухонебезпечність існує і при виконанні робіт в приміщеннях, що мають велику кількість пилоподібних органічних речовин (харчового борошна, торфу, кам'яного вугілля). Цей пил при певній концентрації може давати вибухи великої сили. Крім ретельної вентиляції для виробництва зварювальних робіт у таких приміщеннях потрібно спеціальний дозвіл пожежної охорони.

Небезпека виникнення пожеж від розплавленого металу і шлаку існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, що закриває дерево або горючі матеріали, на дерев'яних лісах, поблизу легкозаймистих матеріалів тощо.

Для запобігання травм, пов'язаних зі складальними і транспортними операціями (травми механічного характеру) важливе значення має впровадження комплексної механізації та автоматизації.

Основними причинами травматизму при зборці і зварюванні є:

- відсутність транспортних засобів для транспортування важких деталей та виробів;
- несправність транспортних засобів;
- несправність такелажних пристроїв;
- несправний інструмент: кувалди, молотки, гайкові ключі, зубила і т. п.;
- відсутність захисних окулярів під час очищення швів від шлаку;
- відсутність спецодягу та інших захисних засобів.

В такому випадку застосовують наступні заходи захисту:

- всі зазначені засоби та інструменти слід періодично перевіряти;
- такелажні роботи повинні проводити особи, які пройшли спеціальний інструктаж;
- від робочих необхідно вимагати дотримання всіх правил з техніки безпеки, включаючи роботу в спецодязі, рукавицях;

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						112
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

- використання засобів індивідуальної вентиляції (де це необхідно) і т. д.

Важливе значення має впровадження комплексної механізації та автоматизації, що значно зменшує небезпеку травм такого роду.

При ручному дуговому зварюванні дрібних виробів робоче місце зварника і збирача: кабіна 2х2 або 2х3 м з рухомою брезентової фіранкою. Кабіна обладнується поворотним столом, робочими місцями збирача і зварника, зварювальним апаратом, стелажем для деталей, помостом для готових виробів.

Робоче місце зварювальника в багатьох випадках виконують у вигляді маніпулятора, що дозволяє зварювальнику легко повертати виріб у зручне для зварювання положення. Кабіна повинна мати місцеву вентиляцію. У кабіні повинен бути комплект інструмента зварювальника і запас електродів. Корпус зварювального апарата заземлюється, всі дроти ретельно ізолюються і захищаються від механічних пошкоджень. Зварювальник повинен працювати в спецодязі і рукавицях і користуватися захисною маскою.

При дуговому зварюванні у монтажних умовах особливу увагу потрібно звертати на ретельну ізоляцію струмоведучих проводів, при зварюванні всередині металевих конструкцій – на хорошу вентиляцію місця зварювання. Зварювальники повинні користуватися гумовою підстилкою, хорошим спецодягом. При роботі в тісних місцях, погано провітрюваних, зварювальники повинні періодично виходити з відсіку для відпочинку, їх перебування у відсіку має підстраховуватися підручними.

У монтажних умовах доцільно розміщення зварювального обладнання в комплекті, в спеціальних контейнерах, розташованих ближче до місця проведення робіт і кранами, які легко транспортуються, при зміні місця роботи. Доцільна також установка обладнання на стаціонарних енергоплощах з дистанційним управлінням. Ці заходи знижують непродуктивні втрати часу на різні переходи і зменшують небезпеку виробничого травматизму.

При механізованих процесах зварювання повинні дотримуватися всі правила, зазначені раніше. Крім того, необхідно забезпечити зручні та безпечні умови праці зварювальників:

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						113
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

1) складання та зварювання великогабаритних секцій слід виконувати на спеціалізованих місцях, ліжках, стендах, при цьому повинні бути забезпечені достатні проходи з кожного боку конструкції;

2) все обладнання, яке при несправному стані може опинитися під напругою, повинно мати індивідуальне заземлення з висновком до загального захисного заземлення;

3) усі зварювальні установки повинні перебувати під наглядом наладчика-монтера, виправляти дефекти електрозварювального устаткування має право тільки монтер-наладчик;

4) при зварюванні великогабаритних виробів слід застосовувати захисні щити-ширми, які огорожують місце зварювання з боку загальних проходів.

При електрошлаковому зварюванні заходи техніки безпеки загальні, пов'язані з використанням електроенергії та виділенням шкідливих газів, але замість щитка достатньо користуватися захисними окулярами для захисту від яскравого світла шлакової ванни, а також від виплеск шлаку і відскакування шматочків шлакової кірки. Необхідний також ретельний контроль всіх водяних комунікацій повзуна, оскільки щонайменше попадання вологи в жужільну ванну з миттєвим паротворенням може привести до бурхливих виплеску шлаку і тяжких опіків оператора.

При зварюванні в захисних газах, крім дотримань заходів, спільних для всіх способів зварювання, необхідно враховувати, що вуглекислий газ і аргон в 1,5-2 рази важчий за повітря. Ці гази можуть накопичуватися в нижній частині відсіку, приміщення, у зв'язку з чим пристрою витяжної вентиляції потрібно встановлювати не тільки в зоні дихання зварника, але і в нижній частині приміщення. Викидати повітря потрібно за межі робочих зон. Потужність витяжної вентиляції на 1 кг наплавленого металу не менше 150 м³ / ч.

При зварюванні міді та її сплавів, для зменшення кількості шкідливих аерозолів і газів, у всіх випадках, де це доцільно, зварювання рекомендується вести електродами, які неплавляться.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						114
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

При електронно-променевому зварюванні основна небезпека пов'язана з виникненням рентгенівського випромінювання при гальмуванні пучка електронів на виробі. Воно виникає при прискорюючій напрузі понад 20 кВ, але пристрій камер з товщиною стінок 15-20 мм і застосування свинцевого скла у вікнах спостерігача усуває цю небезпеку.

Технологічна карта, що розробляється на зварювальні роботи, що виконуються будь-якими методами зварювання, повинна містити і вказівки заходів з охорони праці, які враховують загальносоюзні постанови і правила, що діють в даній галузі промисловості, безпосередньо для даного зварювального процесу.

					КМР 19192199 ПЗ	Аркуш
						115
Зм.	Лист	№ докум	Підпис	Дата		