

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**Кафедра «ОПХВ
імені професора Ф.Ю. Ялпачика»**

Лабораторна робота №4

**ВСТАНОВЛЕННЯ ВИВІРКА ТА ЗАКРІПЛЕННЯ МАШИН ТА
ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни
«Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання»
для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
за ОПП «Галузеве машинобудування»

Встановлення вивірка та закріплення машин та обладнання переробних виробництв. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання». Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування». Ступінь вищої освіти БАКАЛАВР. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Оновлена редакція 2021р.-23 с.

Розробили: к.т.н., доцент Ломейко О.П.
ас. Пупинін А.А.

Рецензент: доктор технічних наук, професор кафедри «Мехатронні системи та транспортні технології» Волошина А.А.

Розглянуто і затверджено на засіданні
кафедри ОПХВ імені професора Ф.Ю. Ялпачика
Протокол № __ від _____ 2021р.

Зав. каф., д.т.н., професор

Кирило САМОЙЧУК

Рекомендовано методичною комісією факультету «МТФ»
Протокол № __ від _____ 2021р

Лабораторна робота №4

ВСТАНОВЛЕННЯ ВИВІРКА ТА ЗАКРІПЛЕННЯ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Мета роботи: навчитися правильно встановлювати, вивіряти і закріплювати обладнання і конструкції.

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

- *повторити:*

1. Види матеріалів застосованих при монтажі машини і обладнання (сталі, бронза, латань та ін.), (див. додаток);
2. Допоміжні матеріали застосовані при монтажі машин і обладнання (болти, гайки, шайби, прикладкові матеріали), (див. додаток)

- *знати:*

1. Методику встановлення машин і обладнання у проектному положенні;
2. Методику і способи вивірки машин і обладнання;
3. Способи зниження вібрації обладнання;

- *вміти:*

1. Встановлювати, вивіряти і виробляти кріплення машин і обладнання;
2. - Правильно користуватися різного роду інвентарем при вивірці обладнання;
3. - Встановлювати машини і обладнання на вітрозахисні пристрої.

1.2. Питання для самоперевірки:

1. Що включає установка обладнання в проектне положення?
2. Що представляє собою установка обладнання в плані, по висоті і горизонтальності (вертикальності)?
3. Чим досягається точність установки обладнання?
4. Які існують схеми кріплення обладнання на фундаментах і підставках?
5. Методи вивірення обладнання?
6. Методи перевірки взаєморозташування поверхонь і осей?
7. Методи перевірки площинної і прямолінійності?
8. Методи перевірки паралелі і перпендикулярності?
9. Методи перевірки співвісності?
10. Методи вимірювання відстаней і зазорів?

Рекомендована література

1. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник: Практикум. /В.Ф. Ялпачик, О.П. Ломейко, В.Г. Циб, Ф.Ю. Ялпачик, К.О. Самойчук, В.О. Олексієнко, Т.О. Шпиганович / Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2014.

2. Монтаж та пусконаладження обладнання переробних підприємств. Навчальний посібник/Ф.Ю. Ялпачик, О.П. Ломейко, В.О. Олексієнко, В.Г. Циб. - Мелітополь, ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2009. – 156с.

3. Гурський П.В. Практикум монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв. / П.В. Гурський, Ф.В. Перневий, І.С. Гулий та ін. – Харків, 2001. – 230 с.

2. Вказівки до виконання роботи

2.1. Програма роботи:

- провести оцінку виробленого фундаменту;
- провести строповку обладнання;
- встановити машину в проектне розташування в плані, по висоті і горизонтальності (вертикальності), шляхом виконання необхідних регулювальних переміщень;
- виконати контроль фактичного розташування і попередньою фіксацією перед підливкою (закріпленням);
- виконати попереднє затягування з рекомендованим зусиллям анкерних болтів.
- перевірити рівень вібрації встановленого обладнання.

2.2. Теоретичні положення

2.2.1 Установка обладнання і конструкцій

Обладнання встановлюють на фундаменти, металеві конструкції (рами, кронштейни, підвіски), залізобетонні і сталеві майданчики, безпосередньо на перекриття і чисту підлогу. До робіт по установці обладнання на фундамент дозволяється приступати після підписання актів готовності фундаменту (фундаментів). Перед установкою обладнання виконують, як правило, наступні підготовчі роботи: розконсервовування, закріплювальну збірку при необхідності, підготовку майданчиків на поверхні фундаментів для установки опорних елементів обладнання; винесення при необхідності додаткових (робочих) осей і відміток.

Установка обладнання в проектне положення на фундаменті включає: розміщення машини або її опорних елементів на фундаменті; попередню установку на опорні елементи з поєднанням отворів базової деталі (станини, рами, підставки) з фундаментними болтами; установку обладнання в проектне положення в плані, по висоті і горизонтальності (вертикальності) шляхом виконання необхідних регулювальних переміщень з контролем фактичного положення і попередньою фіксацією перед підливкою (закріпленням); підливку зазору «обладнання - фундамент».

2.2.2 Вивірки обладнання і конструкцій

Точність установки обладнання досягається вивіркою. При цьому регулювальні переміщення здійснюють за допомогою вантажопідйомних механізмів, домкратів і монтажних пристосувань в межах зазорів між стінками

отворів базової деталі обладнання і стрижнями заздалегідь встановлених фундаментних болтів або в межах зазорів колодязів під закріплювані при підливці обладнання фундаментні болти. Домкрати підводять під міцні частини станини або посилені корпуси машини.

Необхідна точність розміщення обладнання по висоті і горизонтальності може бути досягнута методом безвивірочного монтажу за рахунок установки опорних елементів в межах розрахункових допусків.

Обладнання вивіряють за допомогою регулювальних гвинтів, тимчасових опорних елементів, настановних гайок, інвентарних домкратів або встановлюють на пакетах підкладок (рис. 1). Всі ці способи, за винятком вивірки за допомогою підкладок називаються без підкладочними які економлять металопрокат.

При вивірці обладнання за допомогою регулювальних гвинтів останні в початковому положенні повинні виступати нижче поверхні обладнання на однакову величину, але не більше ніж на 20 мм. Положення обладнання по висоті і горизонтальності регулюють всіма гвинтами, не допускаючи в процесі вивірки його відхилення від горизонтальності більш ніж 10 мм на 1 м. Після закінчення вивірки регулювальні гвинти фіксують контргайками, закріплюють обладнання затягуванням фундаментних болтів із заданим зусиллям, багато разів використовувані гвинти вигвинчують, а отвори закладають пробками або цементним розчином з нанесенням маслостійкої фарби. При установці обладнання і вивіркою за допомогою настановних гайок з пружним елементом (металевими тарілчастими, гумовими або пластмасовими шайбами) або безпосередньо без нього регулюють наставні гайки з шайбами по висоті так, щоб верх тарілчастої шайби був на 2 - 3 мм вище за проектну відмітку опорної поверхні обладнання; обладнання опускають на опорні елементи; вивірки проводять з регулюванням положення машини затягуванням кріпильних гайок. Як ослаблені наставні гайки м'ятих при остаточному затягуванні фундаментних болтів, використовують стандартні гайки із зменшеною на 50 - 70% висотою.

При вивірці за допомогою інвентарних домкратів (регульованих підкладок) останні розміщують на підготовленому фундаменті, заздалегідь регулюють по висоті з точністю ± 1 мм для подальшого вивірки або з розрахунковою точністю при безвивірочному монтажі.

При установці машин за допомогою клинів, які дозволяють швидше регулювати її по висоті і в горизонтальній площині, після остаточного вивірки клини закріплюють зваркою (рис. 2, а).

Станини великого обладнання, що вимагає періодичного регулювання положення в процесі експлуатації, встановлюють на черевиках з клиновими домкратами (рис. 2, б), на гвинтах, що спираються на молотоподібні головки (рис. 2, в), або на підкладках (рис. 2, г).

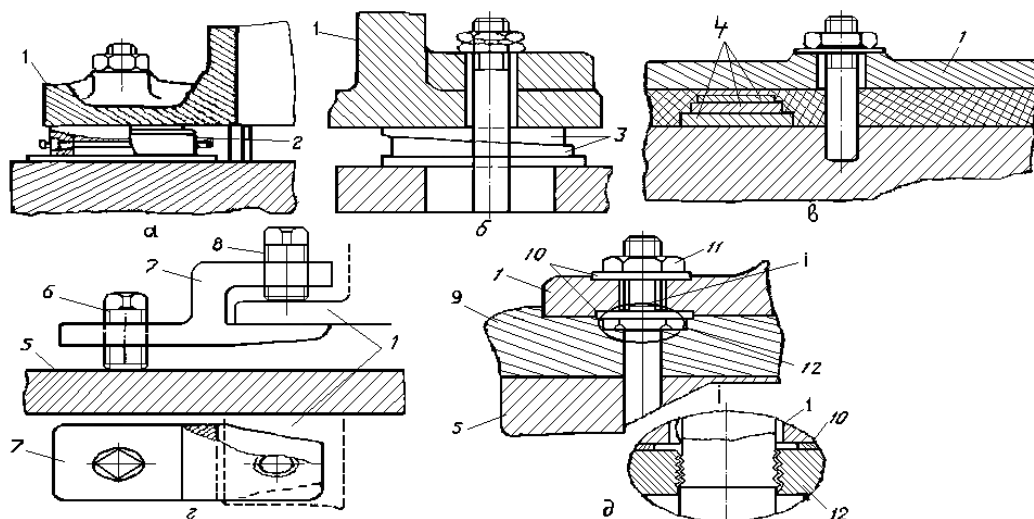


Рис. 1 - Схема кріплення обладнання на фундаментах і підставках: *а* - за допомогою інвентарних клинових підкладок; *б* - за допомогою клинових підкладок; *в* - за допомогою плоских металевих підкладок; *г* - за допомогою пристосувань для без підкладочного монтажу; *д* - за допомогою настановних гайок; (1 - підстава машини; 2 - інвентарна клинова підкладка (домкрат); 3 - клинові підкладки; 4 - плоскі металеві підкладки; 5 - фундамент; 6,8 - гвинти; 7 - струбцина; 9 - бетонна підкладка; 10 - шайби; 11 - кріпильна гайка; 12 - опорна настановна гайка).

Швидкохідні машини встановлюють на монолітних підкладках, виготовлених по тимчасових підкладках з точністю до 0,05 мм, і надійно закріплюють.

Після вивірки координат в плані базові деталі вивіряють по висоті, залишаючи припуск 1-2 мм на усадку пакету підкладок, роблять попереднє затягування фундаментних болтів, проводять вторинну перевірку, включаючи перевірку на горизонтальність за допомогою контрольної лінійки і рівня, і остаточно затягують фундаментні болти.

Якість затягування визначають за допомогою шупа завтовшки 0,05мм, які не повинні проходити на глибину більше 5 мм в стики між гайкою і шайбою і між шайбою і базовою десятьма, а в особливих випадках вимірюють подовження болта.

Підливку деталі роблять з одного боку бетонним розчином на швидкозхоплюючі цементі марки не нижче 150 без перерви не пізніше, 48 год, а на цементі марки нижче 150 без перерви не раніше бетону (звичайно на 72 год).

Домкрати перед підливкою захищають опалубкою і видаляють її після досягнення шаром підливки не менше 25 % проектної міцності. Ніші, що залишилися, заливають бетонною сумішшю тієї ж марки, а домкрати після затягування фундаментних болтів із заданим зусиллям видаляють. Вживані при вивірці металеві підкладки повинні щільно прилітати до поверхні фундамент. Число підкладок в пакеті повинне бути мінімальним і не перевищувати п'яти. Пакети набирають із сталевих або чавунних настановних

підкладок завтовшки 5 мм і більш і регулювальних підкладок завтовшки 0,5 - 5 мм. Пакети підрозділяють на пірамідальні і клинові, що складаються з плоских і клинових підкладок.

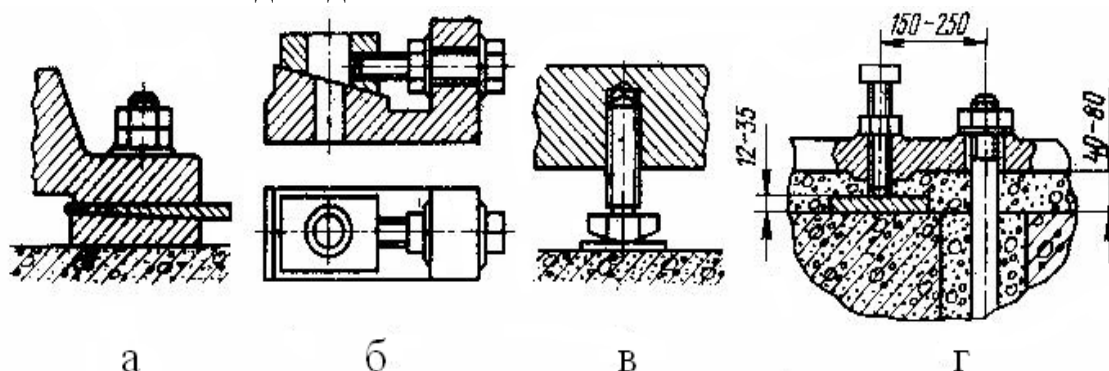


Рис. 2 - Пристрої для вивірки розташування машини по висоті

Розміри клинових і плоских металевих підкладок приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Розміри підкладок

Маса обладнання, т	Розміри клинових підкладок, мм		Розміри плоских підкладок під клиноюю парою, мм
	Ширина довжина	Різниця товщини на довжині підкладок	
До 1	80×120	8	90×130
1 - 3	90×150	9	100×160
Понад 3	100×170	10	110×180

Металеві підкладки встановлюють на можливо близькій відстані від фундаментних болтів і розташовують одну від іншої через 300-800 мм. При установці пакету підкладок під обладнання, вмонтоване на фундаментах з пристроєм анкерних колодязів, стежать за тим, щоб пакети підкладок не перекривали анкерні затяжки болтів підкладки в пакетах прихоплюють електрозварюванням. Вивірки обладнання, конструкцій і трубопроводів, т.е. процес введення вмонтованої одиниці в проектне положення, який здійснюють за допомогою регулювальних переміщень, контрольованих оптико-механічними і лазерними приладами, виконують за допомогою простих приладів, нівеліра або лазерного візира.

Геометрична нівеляція полягає в безпосередній нівеляції різниці висот точок за допомогою горизонтального променя зору і вертикально встановлюваних в даних точках нівелірних рейок.

При використуванні лазерного приладу (рис. 3) контроль вивірки зводять до реєстрації факту висотного рівня в межах допуску. Промінь лазера рекомендується орієнтувати по заданих точках або вже встановленому в проектне положення вмонтованому елементі і контролювати відхилення від

висотного рівня крайніх точок осі елемента, що вивіряється, або частини трубопроводу. До такої схеми контролю зводять реєстрацію перекосу осей і відхилень від паралелі осей, прямолінійності осі і т.п. При установці і вивірці деяких видів обладнання на фундаментах (підставках) можливі відхилення (табл. 2).

Таблиця 2 - Відхилення, що допускаються, при установці обладнання на фундаментах або підставках

Обладнання	Відхилення, що допускаються		
	від горизонтальності або вертикальності, мм/м	по висоті	по осях в плані, мм
Стрічкові конвеєри	0,2	-	3 (паралельно головній осі конвеєра)
Компресори:			
поршневі вертикальні	0,3	± 10	10
поршневі горизонтальні	0,1-0,2	± 10	10
ротаційні	0,05	± 5	5
Відцентрові насоси	0,1	± 10	10
Вентилятори	0,1	± 5	5
Теплообмінні апарати:			
горизонтальні	0,5	-	-
вертикальні	0,3 на 1 м діаметру	-	-
Апарати ємкісного типу:			
горизонтальні	0,3	-	-
вертикальні	0,2	-	-
Пресове обладнання	0,08-0,1	± 1	1-2
Дробильно-розмельне	0,1-0,3	± 5	± 5
Фільтрація	0,2	± 5	± 10

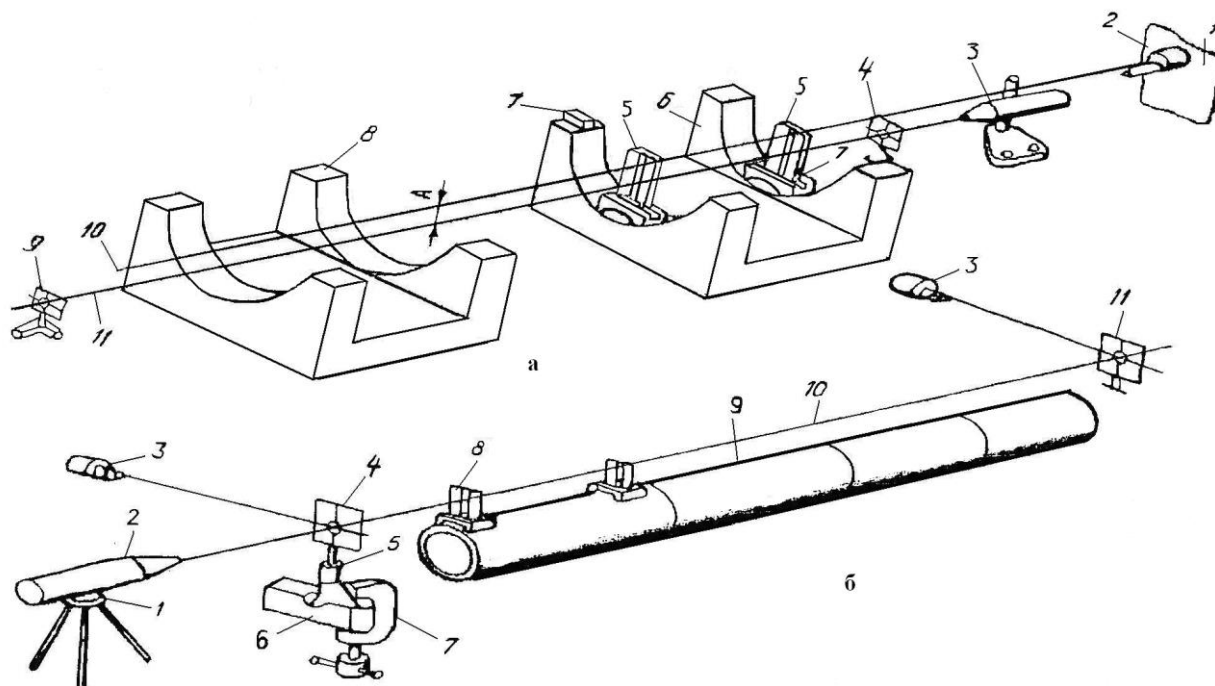


Рис. 3 - Схема вивірки за допомогою лазерного приладу: а - елементів обладнання (1 - корпус будівлі; 2 - стінний репер; 3 - лазерний прилад на штативі; 4 - початкова розмічальна марка на стійці; 5 - рейки-призми; 6 - перший елемент, що вивіряється; 7 - рівні; 8 - другий елемент, що вивіряється; 9 - кінцева розмічальна марка на стійці; 10 - вісь вмонтованої машини; 11 - промінь лазера); б - протяжного трубопроводу (1 - геодезичний штатив; 2 - лазерний візор; 3 - репери; 4 - початкова марка; 5 - стійка; 6 - елемент конструкції; 7 - струбцина; 8 - рейки-призми; 9 - вмонтований трубопровід; 10 - промінь лазера; 11 - кінцева марка).

Після вивірки і попереднього або остаточного закріплення обладнання підливають, заповнюючи бетонною сумішшю зазор між опорною частиною обладнання і фундаментом. Товщина шару підливки під обладнання складає 50 - 61 мм. При ширині опорної частини базової деталі обладнання більш 2 м товщина шару підливки слід приймати рівної 80- 100 мм. За наявності на установчій поверхні обладнання ребер жорсткості зазор приймають від низу ребер.

Марку бетону для підливки використовують не нижче за марку бетону фундаменту, а розмір елементів фракції заповнювача (щебеня, гравію) складає 5 - 20 мм. Роботи по підливці обладнання виконують не пізніше 48 ч після перевірки точності вивірки обладнання і оформлення відповідного акту і заявки. Роботи виконують під безпосереднім контролем представника організації, що монтує обладнання. Поверхні фундаментів, що підливаються, заздалегідь очищають від масел і мастила, очищають від сторонніх предметів і зволожують (при цьому скупчення води в поглибленнях і приямках не допускається). Підливка обладнання при температурі навколишнього повітря нижче 5°C без підігріву суміші (електропідігріву, пропарювання і т.п.), що укладається, не дозволяється. Поверхню шару підливки протягом трьох діб

після завершення робіт систематично зволожують. При цьому для збереження вологості рекомендується відкриті ділянки поверхні підливки засипати деревною тирсою або укрити мішковиною.

2.2.3 Кріплення обладнання і конструкцій

Обладнання до фундаментів кріплять фундаментними болтами з високоміцної сталі. Болти ділять на глухі, заставні і знімні. Застосовують болти діаметром 12; 20; 24; 36; 42 мм., довжина болтів від 20 до 40 діаметрів болта. Осі болтів прив'язують до основних осей обладнання. Глухі заливні болти, використовувані переважно для кріплення легких і середніх машин, виготовляють діаметром до 42 мм. Їх закладають наглухо в процесі бетонування фундаменту (рис. 4, а), тому встановлюють до бетонування з високою точністю: болти діаметром до 24 мм встановлюють за шаблонами, діаметром 24 мм і вище - по спеціальних сталевих кондукторах, що фіксують положення болтів як в плані, так і по висоті. Кондуктори складаються із стійок, горизонтальних елементів (відрізків швелерів або сталевих листів з розсвердленими в них отворами) і зв'язків. Болти підвішують до кондукторів за допомогою гайок і шайб, вивіряють по кресленнях, фіксують і повторно вивіряють складання болтів.

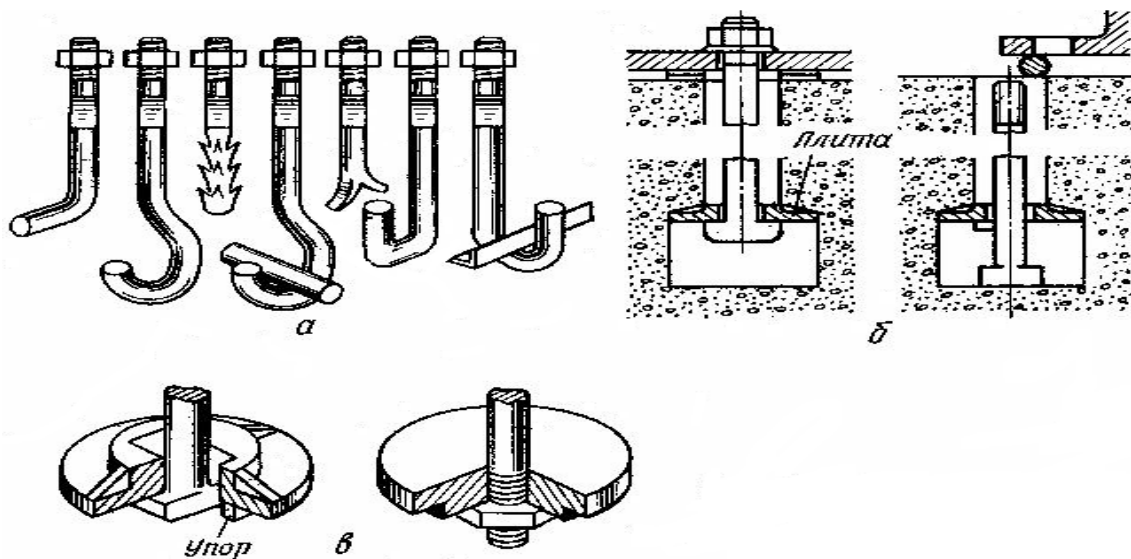


Рис. 4. Фундаментні болти: а - заливний; б - фундаментний; в - варіанти кріплення нижнього кінця фундаментного болта.

Креслення кондукторів входять до складу робочих креслень фундаментів. Їх розробляє проектна організація, що веде проектування цеху.

Кондуктори і фундаментні болти встановлюються з участю монтажно-ї організації.

Закладні болти розташовують в спеціально залишених в тілі фундаментів колодці. Потім колодці заливають бетоном марки не нижче Л50.

Знімальні фундаментні болти, застосовані для кріплення важкого обладнання, встановлюють в процесі монтажу обладнання в спеціально

передбачені для них колодці і закріплюють в анкерних плитах. Колодці після закріплення болтів закривають кришками. Ці болти (рис. 4, б) мають перевагу в порівнянні із заливними: їх можна переміщувати при установці машини, тобто орієнтувати відповідно отвору в станині машини, а також опускати при переміщенні машини по фундаменту в процесі монтажу і демонтажу; вони кращі сприймають поштовхи і удари, частково пом'якшують їх і в ослабленому вигляді передають на фундамент.

Частіше використовують фундаментні болти з молотоподібною або нарізною головкою (рис. 4, в). Болт опускають головкою в прорізь плити і повертають до упору в спеціальні приливи в плиті.

При холостому і робочому випробуванні машин підтягають болти, що ослабіли.

Новим видом кріплення є кріплення з застосуванням фундаментних гайок (рис. 5, а), які дешевші, ніж заливні болти, дозволяють легко переміщати обладнання по цеху. Всі гайки закладають у фундамент урівень.

В деяких випадках машини закріплюють гвинтами з гумовою втулкою (рис. 5, б). Зібране кріплення вставляють в отвір фундаменту. При загвинчуванні болта гумова втулка стискається по довжині і розширяється в сторони, щільно прилягає до стінок отвору і закріплюючись в ньому. При відгвинчуванні болта гумова втулка розтискає і все кріплення можна вийняти з фундаменту. Даній спосіб не вимагає закладення фундаментних гайок, достатньо просвердлити бетон.

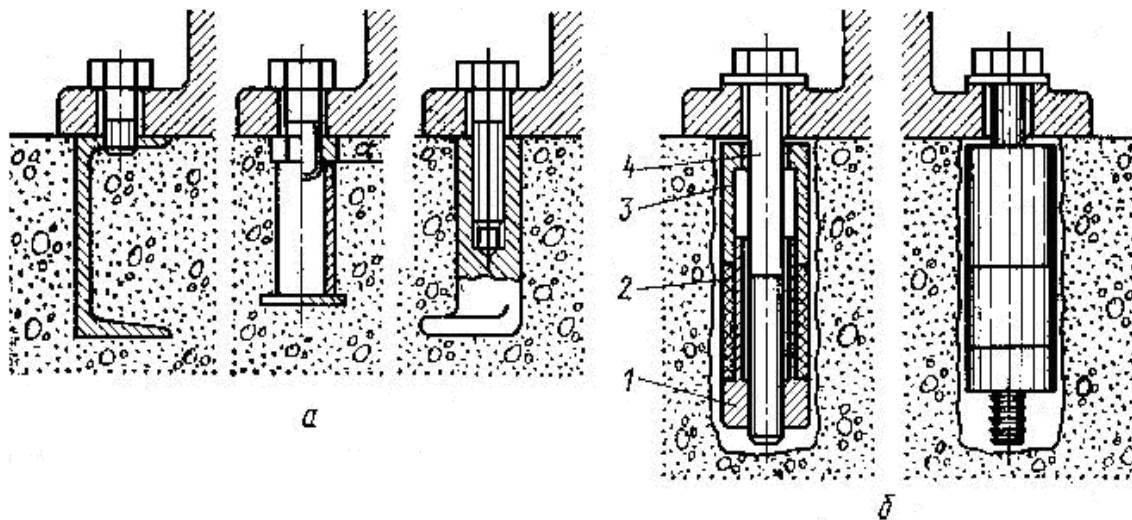


Рис. 5 - Нові види кріплень: а - фундаментні гайки; б - розтиска гумова втулка; 1 - хвостова частина; 2 - гумова втулка; 3 - обтискова втулка; 4 - болт.

Для кріплення обладнання і конструкцій до фундаменту, міжповерховому перекриттю (полу) застосовують фундаментні, анкерні або самоанкеруючі болти. Машини із статичними і помірними динамічними навантаженнями кріплять за допомогою фундаментних глухих заливних болтів, машини з великими динамічними навантаженнями - за допомогою

фундаментних болтів, що складаються із стрижня і анкерної плити. Останні в порівнянні з глухими заливними болтами піддаються більш рівномірному пружному розтягуванню і при необхідності стрижні легко можна замінити новими. Підприємства - виробники, як правило, поставляють фундаментні болти в комплекті з обладнанням і вказують величину затягування зусилля (крутячого моменту). Без таких вказівок величина крутячого моменту, при кінцевому затягуванні болтів повинна складати 12- 24 Нм при діаметрі різьблення болта 12 мм, 30-60 Нм при 16 мм, 130-250 при 24 мм, 300-350 при 30 мм, 600-950 при 36 мм, 1000 - 1500 при 42 мм і 1100-2300 при 48 мм.

Кінцеве затягування проводять після досягнення матеріалом підливки не менше 70% проектної міцності. Затягування болтів здійснюють за допомогою динамометричних ключів КД-60, граничних ключів з трещіткою КПТР, ключів-мультиплікаторів КМ і також електрогайковертів ІЕ і пневмогайковий що забезпечують рівномірне натягнення всіх болтів і щільне притиснення підставки машини до фундаменту. Стрижні болтів повинні виступати за поверхню гайок (контргайок) на 1,5 - 2 нитки різьблення. У добре затягнутому болтовому з'єднанні зазори між гайкою, шайбою і підставою корпусу машини не повинні перевищувати 0,03 мм.

Для кріплення обладнання і металевих конструкцій до несучих будівельних конструкцій замість традиційно вживаних фундаментних болтів, а також закладних металевих деталей використовують распорні втулки. Останні є металевими виробами, що складаються з двох елементів - втулки розпору з внутрішнім різьбленням і чотирма прорізами і конічного елемента, встановлюваного в отвір втулки. Втулку розпору потовщеним кінцем встановлюють в отвір, заздалегідь пробурений в матеріалі будівельного елемента. Потім в отвір втулки розпору поміщають конічний елемент. При цьому відбувається розсовування конічної частини втулки і її вмивання в стінки отвору несучого будівельного цементу. Обладнання або металеві конструкції закріплюють за допомогою стандартних болтів або шпильок, угвинчених в різьбові отвори відповідних втулок розпорів.

Основним показником дюбелів-втулок розпорів є розрахунковий опір дії осевих розтягуючих навантажень. Величина цього показника для кожного розміру різьблення дюбеля-втулки розпору рівна значенню розрахункового опору розтягуванню відповідного фундаментного болта. Металоємність дюбелів-втулок розпорів в 10-15 разів менше металоємності відповідних фундаментних болтів.

2.2.4. Віброізоляція обладнання і конструкцій

Фундамент працюючої машини передає коливання від обладнання в товщу ґрунтів. Для зменшення вібрацій проектного фундаменту і їх дії на сусідні споруди і установки вибирають спокійніші машини і раціонально розміщують їх в приміщенні. Доцільно заздалегідь ущільнити і укріпити ґрунти. У необхідних випадках використовують різні засоби для гасіння коливань і їх амортизації.

Коливання фундаменту гасять, приєднуючи до нього деяку масу, наприклад консольні збільшення фундаменту, влаштовані у його підшви. Для гасіння горизонтальних коливань ефективно використовувати плиту, укладену на поверхні ґрунту і сполучену з вібруючим фундаментом гнучким зв'язком. В деяких випадках для зручності приєднувану до фундаменту плиту виносять за межі стін будівлі. В деяких випадках застосовують динамічні гасителі у вигляді маси, приєднаної до фундаменту пружинами. Динамічні гасителі вимагають спеціального розрахунку і настройки при монтажі.

Для зменшення динамічної дії машини на фундамент застосовують амортизації, що обґрунтовують динамічним розрахунком. При цьому виявляють умови режиму, забезпечують мінімальну частоту і амплітуду коливань обладнання і його фундаменту. Якщо ці умови виявляться порушеними, то амортизація з глушника коливань, стає резонатором і коливання фундаменту значно посиляться.

Прогресивним способом установки технологічного обладнання є установка без фундаментів і заливки цементом - за допомогою спеціальних пружних опор. Такий спосіб має наступні переваги: скорочує тривалість монтажу машин до 80 %; спрощує і прискорює перестановку обладнання при перебудові технологічних процесів і при переході на виробництво нових виробів; істотно знижує шум і заповишену повітря в цехах.

Віброопори можна класифікувати по типу пружного елемента: гумові, резинометалеві, суцільнометалеві, віброізоляційні опори з фетру і пробки.

Гумові опори. Для віброізоляційних опор використовують натуральну і синтетичну гуму. Натуральна гума має хороші низькотемпературні властивості, проте швидко втрачає міцність при температурі більш 65°C, руйнується під дією масел, під дією сонячного світла зменшується міцність. Тому широке застосування одержали синтетичні, особливо силіконові, гуми (вони витримують температуру від -55° до 200 °C).

При використанні гуми в опорах для установки обладнання важливими властивостями є старіння і повзучість. Старіння полягає у тому, що в готовому гумовому виробі продовжуються процеси вулканізації, через що твердість гуми поступово підвищується. Повзучість гуми полягає у тому, що при дії на неї тривалого статичного навантаження відбувається безперервне збільшення деформації, тобто гума «повзе».

Однією з найважливіших якостей віброізолятора є демпфування. Воно залежить від твердості гуми, форми пружного елемента і від виду деформації. Так, наприклад, віброізоляція в горизонтальних напрямках для гумових блоків більш ефективна, оскільки модуль пружності гуми на зрушення в 3-6 разів менше модуля пружності на стиснення (залежно від конфігурації гумового блоку).

Найпростішими видами опор, в яких гума працює на стиснення, є прокладки і килими. Їх перевага полягає у тому, що для установки обладнання беруть пластину відповідної площі і що в порівнянні з іншими видами віброопор вони дешевші. Проте при використанні прокладок і килимів до

якості підлоги пред'являють дуже високі вимоги, оскільки вивірки обладнання по висоті при такій установці утруднене.

Як віброізоляцію застосовують наступні типи прокладок: гладкі суцільні гумові, з рифленою поверхнею, з тканинною основою, просочені спеціальними синтетичними гумами.

Найпростішими є гладкі суцільні гумові прокладки. Через велику жорсткість їх використовують тільки при ізоляції шумів і високочастотних коливань. Для важкого обладнання застосовують килими і підкладки з суцільної гуми з рифленою поверхнею (рис. 6, а). Для віброізоляції дуже великих ударних навантажень, високочастотних вібрацій і шумів використовують тканинні прокладки, прописані спеціальними синтетичними гумами.

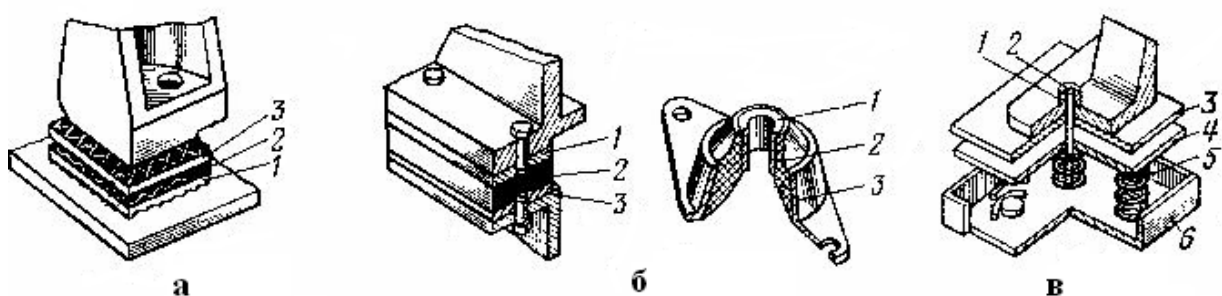


Рис. 6 - Віброзахисні пристрої: а- установка машин на пружних підкладках; 1,3 - вібростійкі підкладки; 2 - гума вулканізації; б - тришарові підкладки; 1,3 - металеві деталі; (кільця, пластини); 2 - вулканізована гума; у - пружинні амортизації: 1 - гвинт з правим і лівим різьбленням; 2 - гайка; 3,4 - пластини; 5 - пружини; 6 - підстава.

Гумовометалеві опори. Окрім гумових прокладок і килимів часто застосовують резинометалеві опори, в яких гумовий пружний елемент скріплює з металевою арматурою. Переваги цих опор наступні: їх можна надійно прикріплювати як до машини, так і до опорної поверхні для виключення зсуву машини при сильних вібраціях і ударах; за допомогою арматури можна захистити гумовий Елемент від попадання масла, розчинників, агресивних рідин, сонячного світла, що збільшує термін їх служби; можливість регулювання встановлюваної машини по висоті. Різні резинометалеві віброопори показані на (рис. 6, б). Гумовометалеві віброопори працюють на стиснення оскільки при розтягуванні важко забезпечити надійні умови закріплення через небезпеку розриву гуми за наявності навіть невеликих поверхневих пошкоджень.

Суцільнометалеві опори. Суцільнометалеві віброопори мають ряд переваг перед гумовометалевими, дозволяють одержувати дуже великі деформації і, отже, низькі власні частоти коливань; можуть працювати в широкому діапазоні температур (практично без зміни характеристик); їх деформація мало збільшується з часом при постійно прикладеному

номінальному навантаженні; пружні характеристики їх можна точно розрахувати; вартість їх нижча, ніж гумовометалевих.

Істотним недоліком суцільнометалевих віброопор є те, що вони добре передають коливання високих частот (звук) і вимагають у ряді випадків додатково вводити який-небудь звукоізолюючий елемент.

Суцільнометалеві віброопори класифікують за формою пружного елемента на три групи: опори із спіральними пружинами, з листовими пружинами (ресори) і з об'ємної металевої сітки. У спіральній пружині демпфування вельми мало, тому в ній можуть збуджуватися високочастотні коливання. У опори із спіральними пружинами звичайно вводять демпфери і звукоізолюючі прокладки.

На (рис. 6, в) показана опора, демпфування в якій здійснюється в'язкою рідиною (бітумною масою), причому ступінь демпфування може регулюватися в'язкістю рідини і площею рухомих в рідині деталей.

Ресори дозволяють одержати значні деформації при вельми великих навантаженнях, що допускаються. Демпфування в них відбувається через тертя між листами і порівняно велике. Ресори мають велику податливість тільки в одному напрямі. Тому їх застосовують тільки для віброізоляції у вертикальному напрямі.

Опори з об'ємної металевої сітки розроблені порівняно недавно і представляють «подушки», сплетені з тонкої холоднотянутої хромонікельового дроту, обжатого в прес-формі до потрібного розміру і форми.

Суцільнометалеві плетені пружні елементи мають великі переваги перед іншими матеріалами: можуть однаково ефективно здійснювати віброізоляцію у всіх трьох напрямках, динамічні перевантаження для них можуть перевищувати статичні, що допускаються, в 8-10 разів; плетені елементи мають хороші звукоізоляційні якості.

Віброізоляційні опори з фетру і пробки. Фетрові мати завтовшки 6-70мм роблять при стискаючому навантаженні з різних сортів шерстяного фетру. Фетр нечутливий до дії масел, консистентних мастил, органічних розчинників, холоду, вогкості, озону, сонячного і ультрафіолетового світла.

Шерсть, з якої виготовлений фетр, містить в собі маслянисті речовини (ланолін). Тому при відносному русі волокон при коливаннях виникає значне демпфування. Фетрові мати переважно використовують для звукоізоляції невеликих і середніх машин. Окрім, того, фетр, так само як і пробку, часто використовують разом з бетонними блоками. Комірчаста структура пробки забезпечує дуже високе демпфування при придушенні високочастотних вібрацій і шумів.

У тих випадках, коли у віброопорах потрібно поєднувати високі еластичні властивості одних матеріалів і великі значення демпфування інших матеріалів, застосовують комбіновані прокладки для віброопор. Для віброізоляції важких машин і будівельних конструкцій використовують свинцевоазбестові прокладки.

2.3 Опис лабораторного місця

- 1) Набір інвентарних клинових підкладок.
- 2) Набір плоских металевих підкладок;
- 3) Пристрій для безпідкладкового монтажу;
- 4) Самоанкеруючі болти і наставні гайки;
- 5) Віброзахисні пристрої;
- 6) Набір слюсарного інструменту для виконання лабораторної роботи.
- 7) Обладнання переробного підприємства.
- 8) Необхідні для виконання роботи вимірювальні інструменти.
- 9) Рекомендована література.

2.4. Оформлення звіту

В процесі виконання роботи студент готує звіт по роботі у який входить інформація відповідно до програми роботи. Бланк звіту знаходиться у електронному вигляді на освітньому порталі: <http://op.tsatu.edu.ua/enrol/index.php?id=813> і роздруковується самостійно, або у друкованому варіанті в ауд. 8.304 «Лабораторія комп'ютерного інжинірингу»

Оформлення звіту проводиться вимогами ГОСТ2.105-96 «Загальні вимоги до текстових документів».

Звіт повинен містити:

- 1) номер, назва і мета роботи;
- 2) схеми кріплення обладнання на фундаментах і підставках;
- 3) схеми пристосувань для вивірки обладнання по висоті;
- 4) короткий перелік відхилень, що допускаються, при установці і вивірці обладнання;
- 5) схеми віброзахисних пристроїв;
- 6) методи перевірки площинності і прямолінійності встановленого обладнання.

ДОДАТОК А

Перевірка площинної і прямолінійності

Метод перевірки	Область використання	Допуски, мм, на 1 м довжини поверхні
Лекальною лінійкою на просвіт і щупом	Поверхні завдовжки до 500 мм	0,02 - 0,05
Перевірочною лінійкою з широкою робочою поверхнею і щупом (I) або плитами на фарбу і штихмасом (II)	Поверхні завдовжки до 4000 мм	0,04 - 0,1(I) 0,02 - 0,1(II)
Перевірочною плитою на фарбу	Шабрування поверхні розміром до 1000x2000 мм	По плямі торкання на квадраті 25x25 мм 0,01 - 0,05
Гідростатичним рівнем: Простим з мікрометричною головкою	Поверхні завдовжки 20 м Теж	0,5 0,01 - 0,02
Технічною нівеляцією	Поверхні будь-якої довжини	0,5 - 1
Струною і штихмасом	Поверхні протяжністю до 10000 мм з урахуванням провисання струни	0,05

ДОДАТОК Б

Перевірка паралелі і перпендикулярності

Метод перевірки	Область використання	Допуск, мм, на 1 м довжини
Рейсмусом і струною	Вали, видалені один від одного до 10 м	0,2 - 0,5
Штихмасом	Площини будь-якої протяжності віддалені один від одного до 1500 мм	0,02 - 0,05
Косинцем і косинцем з індикатором	Поверхні завдовжки до 2000 мм	0,05 - 0,2
Рамним рівнем	Плоскі і циліндрові поверхні завдовжки до 5000 мм	0,02 - 0,05
Рулеткою	Визначення прямокутника рамних конструкцій простої конфігурації протяжністю до 20 м (вимір діагоналей)	До 0,1

ДОДАТОК В

Перевірка співвісності

Метод перевірки	Область використання	Допуск, мм, на 1 м довжини
Контрольними пробками, виготовленими по посадці $X_1 - X_3$	ри, видалені на велику відстань	До 0,01
Струною і штихмасом	Поверхні протяжністю до 10 м і діаметром понад 250 мм (електроакустичний спосіб)	0,05 - 0,1 з урахуванням прогинання струни від власної маси
Косинцем і щупом в чотирьох положеннях через 1,571 рад (90°)	Вали, що сполучаються муфтами	0,05 - 0,1
Вимірювальними пристроями, встановлюваними на муфтах в чотирьох положеннях через 1,571 рад	Теж	0,02 - 0,05
Вимірювальними пристроями встановлюваними на призмах, повертаючих навколо валу в чотирьох положеннях через 1,571 рад	Теж	0,02 - 0,05

Додаток Г

Таблиця Г.1 - Вимірювання відстаней і зазорів

Метод вимірювання	Область використання	Погрішність перевірки, мм	
		Вимірюваний розмір, мм	
		До 100	100 - 500
Штангенциркулями з відліком по ноніусу 0,02мм: зовнішні вимірювання внутрішні вимірювання із звітом по ноніусу 0,05 мм: зовнішні вимірювання внутрішні вимірювання з відліком по ноніусу 0,10мм: зовнішні вимірювання внутрішні вимірювання	вимірювання лінійних розмірів до 1000 мм	0,04	0,07
	вимірювання лінійних розмірів до 2100 мм	0,05	0,09
	Теж	0,08 - 0,1	0,11
	Теж	0,13	0,15
	Теж	0,15 - 0,17	0,19 - 0,23
	Теж	0,20 - 0,26	0,28 - 0,3
Штангенглибиномірами з відліком по ноніусу, мм: 0,02 0,05 0,1	Зміряні глибини і висоти до 500 мм	0,06	0,06
		0,1	0,15
		0,25 - 0,3	0,3

Штангенрейсмусом з відліком по ноніусу, мм: 0,02	Вимірювання висоти, перевірка площин і розмітки в межах до 500 мм	0,04	0,07
0,05		0,08 - 0,1	0,11
0,1		0,15 - 0,17	0,19 - 0,23

Таблиця Г.2 - Вимірювання відстаней і зазорів

Метод вимірювання	Область використання	Погрішність перевірки, мм			
		вимірюваний розмір, мм			
		До 100	100 - 300	300-500	
Мікрометрами: І клас точності	Вимірювання діаметрів до 1000 мм	0,008	-	0,012	-
ІІ клас точності		0,010		0,025	
		0,012	-	0,025	0,03
		0,015			
Мікрометричними штихмасами: І клас точності	Вимірювання довжини до 1500 мм	0,02		0,025	
ІІ клас точності		0,025		0,035	
Мікрометричними глибиномірами: І клас точності	Вимірювання глибини до 100 мм	0,014	-	0,014	-
ІІ клас точності		0,022		0,022	
		0,022	-	0,022	-
		0,035		0,035	

Таблиця Г.3 - Вимірювання відстаней і зазорів

Метод вимірювання	Область використання	Погрішність перевірки, мм	
		вимірюваний розмір, мм	
		До 100	100 - 300
Індикаторами годинного типу з ціною розподілу, мм: 0,01	Перевірка взаємного положення деталей і	В межах одного обороту	В межах всієї шкали

0,002	правильності їх геометричної форми	0,01 - 0,012 0,02 - 0,03 0,002	0,01 - 0,012 0,02 - 0,03 0,002
Щупами: І клас точності	Перевірка зазорів між деталлями в межах 0,03	0,01 - 0,015	0,01 - 0,015
ІІ клас точності	- 2,5 мм	0,02 - 0,025	0,02 - 0,025

