

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд і технологій

Кафедра будівельної механіки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістра

на тему:

Проект стенду для випробування великогабаритних будівельних конструкцій

Виконав: студент II курсу, групи МБд-2
спеціальності 192
Будівництво та цивільна
інженерія
(шифр і назва спеціальності)

	_____	Лясковець Д.М.
	(підпис)	
Керівник	_____	Ясній П.В.
	(підпис)	
Нормоконтроль	_____	Данильченко С.М.
	(підпис)	
Рецензент	_____	Янковий С.Ю.
	(підпис)	
Зав. кафедри	_____	Ясній В.П.
	(підпис)	

м. Тернопіль – 2020

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання 29.09.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Обґрунтування доцільності створення стенду для випробування великогабаритних конструкцій та матеріалів		
	Аналіз конструктивних рішень випробувальних комплексів та визначення етапів проектування стенду для випробування великогабаритних будівельних конструкцій		
	Складання схеми креслень каркасної установки		
	Проектування каркасної установки. Розрахунок навантаження		
	Проектування силової установки.		
	Розрахунок міцності силової балки. Підбір матеріалів		
	Проектування нижньої опорної частини конструкції		
	Розрахунок міцності нижньої опорної частини конструкції. Підбір матеріалів		
	Розрахунок міцності болтових з'єднань конструкції		
	Підбір пристроїв вимірювання		
	Проектування установки для випробування міцності на розтяг.		
	Розрахунок міцності установки для випробування міцності на розтяг		
	Створення комп'ютерної 3D моделі випробувального стенду		
	Складання каркасної конструкції		
	Розробка заходів охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	10.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ

Розділ 1. Архітектурно-будівельний

- 1.1 Приклади великогабаритних конструкцій 7
- 1.2 Конструкційні рішення для випробування залізобетонних виробів 10
- 1.3 Загальна характеристика сучасних випробувальних комплексів 11
- 1.4 Випробувальні стенди для проведення випробувань на міцність при стиску та розтягу 13

Розділ 2. Розрахунково-конструктивний

- 2.1 Основні вимоги до проведення механічних випробувань 17
- 2.2 Вимоги до стендів для великогабаритних будівельних матеріалів та конструкцій 19
 - 2.2.1 Пристрої вимірювання 20
 - 2.2.2 Визначення прогинів, лінійних деформацій механічними засобами 21
 - 2.2.3 Електронні засоби для визначення прогинів, деформацій. Конструктивні схеми засобів..... 21
- 2.3 Конструктивні схеми випробувального стенду..... 27

Розділ 3. Науково дослідний

- 3.1 Види з'єднань металевих конструкцій 37
- 3.2 Класифікація зварних швів 37
- 3.3 Класифікація видів зварок 39
- 3.4 Болтові з'єднання 40
- 3.5 Робота та розрахунок болтів, що працюють на розтяг 41
- 3.6 Робота та розрахунок болтів на дію зсувних сил 42
- 3.7 Робота і розрахунок з'єднань на високоміцних болтах 44
- 3.8 Розрахунок з'єднань на болтах під дією різних силових факторів 47

Розділ 4. Охорона праці

4.1 Оціночна характеристика	50
4.2 Аналіз травматизмів	51
4.3 Профілактика травматизму і професійних захворювань	54
4.4 Гігієнічна оцінка умов праці	55
4.5 Загальні вимоги до технічного обладнання та процесів	56
4.6 Виробнича санітарія	58
4.6.1 Освітлення	58
4.6.2 Вентиляція та опалення	58
4.7 Пожежна безпека	60
4.8 Інструктажі з техніки безпеки	61
4.8.1 Інструкція з пожежної безпеки	62
4.8.2 Інструкція з охорони праці при роботі з випробувальним стендом	65

Бібліографія

ВСТУП

Сьогоднішня ситуація на будівельному ринку вимагає трьох показників: швидкості, якості та економічної вигоди. Активний ріст будівельної галузі пов'язаний з великим попитом на створення нових об'єктів будівництва. Також до цього всього можна віднести і реконструкцію старих будівель та приміщень.

Швидко та економічно вигідне зведення будівель чи споруд дозволяє будівельним компаніям охоплювати більший ринок. Але, перед усім, вони повинні завдячувати виробникам будівельних матеріалів, які можуть запропонувати прості та ефективні рішення, які повинні відповідати основним вимогам, нормам та стандартам будівництва.

Створення нових будівельних матеріалів різного призначення (огороджувальні конструкції, перекриття, оздоблювальні тощо) вимагають створення нормативних документів, які встановлюють вимоги щодо безпечності та якості їх використання. Виробники таких будівельних матеріалів, для утримання ринкової конкурентно-спроможності, вкладають великі кошти для створення виробництва будівельних матеріалів високої якості. Проте, принципи будівництва (якісно та з мінімальними затратами) залишаються основними. І тут часто можемо помічати виробників які, для утримання на ринку високих позицій, пропонують матеріали за низькими цінами і з невідомою якістю.

Аналізуючи виробництво нових будівельних матеріалів, можна помітити, що у виробників нових будівельних матеріалів виникає одне і теж питання: як випробувати будівельні матеріали не теоретично, а на практиці? На перший погляд це проста задача, яка б мала вирішуватися досить легко. Проте, виявляється, що не всі вони мають спеціальне технічне забезпечення для проведення різних випробувань.

Дійсно, на даний час популярності набирають великогабаритні будівельні матеріали, стінові блоки, вентиляційні широкогабаритні конструкції, sip-панелі, тощо. Для будівельних компаній використання таких матеріалів дозволяє

максимально швидко зводити споруди з високими показниками міцності, теплоізоляції, звукоізоляції, низькими показниками до старіння і т.д.

У високорозвинутих країнах вже давно існують норми для таких будматеріалів, розроблені методи випробувань. У нашій країні, у зв'язку з слабкою економікою, виробники не готові витратити гроші на створення власних лабораторій з детальними дослідженнями своєї продукції. Економічно вигідно співпрацювати з окремими незалежними лабораторіями, які, як показує практика, можуть визначити лише основні параметри та характеристики закладені в нормативних документах або технічних умовах. Це в першу чергу «зв'язує руки» науковцям, які займаються створенням нових будівельних матеріалів чи конструкцій. Наступною важливою проблемою, як виявляється, є недостатня кількість акредитованих лабораторій із сучасним випробувальним обладнанням. В західному регіоні України їх є невелика кількість і технічне забезпечення, для випробування великогабаритних будівельних матеріалів, в них або відсутнє або застаріле.

В даній роботі основним задумом є створення проекту випробувального стенду для випробування великогабаритних будівельних конструкцій та реалізація його на практиці. В першому розділі розглядаються види випробувальних стендів, їх характеристики, функціональність, переваги та недоліки. Наведено приклади випробувань великогабаритних будівельних матеріалів та конструкцій. Наведено приклади великогабаритних будівельних матеріалів та вказані проблеми які супроводжуються під час випробувань.

В першому розділі також наведені приклади сучасних випробувальних комплексів, їх характеристики та принципи роботи. Розглянута загальна схема функціонування випробувальних машин та стендів.

В другому розділі вказані вимоги до випробувального стенду. На основі розрахунків та підбору матеріалів, викладених в цьому розділі, був побудований каркас випробувального стенду, а також силова установка.

В третьому розділі наведений детальний опис креслень випробувального стенду. Наведено обґрунтування, на основі розрахунків, силових з'єднань та елементів конструкцій.

В наступному розділі даної роботи, розриті основі поняття з охорони праці. Зібраний перелік та опис небезпечних факторів які можуть становити небезпеку під час проведення робіт на випробувальному стенді. Також в цьому розділі наведено приклади інструкцій пожежної безпеки та інструкція поводження з випробувальним стендом під час обслуговування та виконання робіт випробувального характеру.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Приклади великогабаритних конструкцій

Основними показниками великогабаритних матеріалів є оцінка міцності, жорсткості, тріщиностійкості. Для прикладу візьмемо трьохшарову сендвіч-панель. Сендвіч-панель складається з трьох шарів: двох зовнішніх металевих обшивок та ізоляційного шару на основі мінеральної вати або пінополістиролу. Дана конструкція має невелику вагу, високі звукоізоляційні властивості, характеризується довговічністю, економічністю. Така конструкція дозволяє будувати будівлі різного призначення з мінімальними трудозатратами та максимальною швидкістю. Ти не менше, не дивлячись на інтенсивний розвиток вітчизняного ринку сендвіч-панелей, в Україні практично відсутня нормативна база по розрахунках і проектуванню сендвіч-панелей як відокремлених будівельних конструкцій. Наявна нормативна база лише регламентує вимоги тим чи іншим теплоізоляційним матеріалам, які застосовуються при виготовленні сендвіч-панелей і їх характеристикам. Головними нормативним документами в даній галузі є ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», ДБН В.2.6.-33:2018 «Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги проектування» та деякі ДСТУ на їх базі. Особлива увага приділяється технічним умовам виготовлення сендвіч-панелей, проте дані вимоги мають обмежену сферу діяльності, оскільки призначені для внутрішнього використання. В той час в ЄС необхідні документи існують більше 20 років. Попередні європейські рекомендації по проектуванню і тестуванню сендвіч-панелей були опубліковані Європейською конвенцією про Стальні Конструкції (European Convention for Constructional Steelwork ECCS)) ще в 1991 році. В них детально описані методи конструктивних рішень, методи проектування та розрахунку, а також вимоги до акустичних, силових випробувань, та випробуванням на вогнестійкість. В попередній рекомендаціях також наводиться методика визначення стану критичних навантажень.

Оскільки сендвіч-панель являє собою композиційний матеріал особу увагу потрібно звертати поведінку матеріалу під дією різних навантажень. Не дивлячись на несучі властивості кожного окремого поліуретанового наповнювача та металевих поверхонь, низькі показники модуля пружності матеріалів в окремих станах вказують на неможливість втримати навантаження навіть від власної ваги. Проте в зібраному стані ці показники, внаслідок високої адгезії компонентів, при навантаженні показують високу стійкість до деформації на поверхні. З ціллю визначення міцності на зсув і модуля зсуву потрібно скласти діаграму «Навантаження - Деформація» (рис.1.2) на спеціальному випробувальному пристрої (рис.1).



Рисунок 1.1. Випробування міцності на зсув і модуль зсуву



Рисунок 1.2. Діаграма «Навантаження-Деформація»

Схему випробування зображено на (рис. 1.3). Для всіх панелей, які використовуються в якості покрівельних і стельових облицювальних матеріалів визначається коефіцієнт повзучості. Ці матеріали призначені для витримування снігових, вітрових навантажень а також навантажень під власною вагою протягом довгострокової експлуатації.

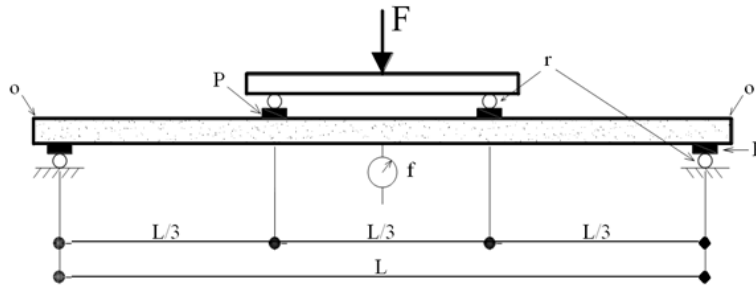


Рисунок 1.3. Схема випробування сендвіч-панелей

Ця величина визначається як величина що відповідає від 30% до 40% середнього навантаження яке створює руйнування при зсуві шляхом кріплення панелі між двома опорами та малюванні кривої залежності деформації від часу прикладеного навантаження. В результаті випробувань визначається міцність при згині панелей з L-прольотом, достатнім для виникнення руйнування при дії згинальних навантажень, таких як скручування, текучості або скривлення поверхні. Під час випробування з опорою по центрі, випробувальним обладнанням (рис. 1.4) імітується момент згину в системах з великим прольотом. В результаті розрахунків визначається напруження скручування плоских або злегка профільованих поверхонь, або напруження текучості або деформації профільованих поверхонь (рис. 1.5). Міцність при стиску та розрив визначається модулем пружності матеріалу серцевини під дією навантаження на розтяг при перпендикулярному навантаженні на панель.



Рисунок 1.4. Обладнання для проведення випробування

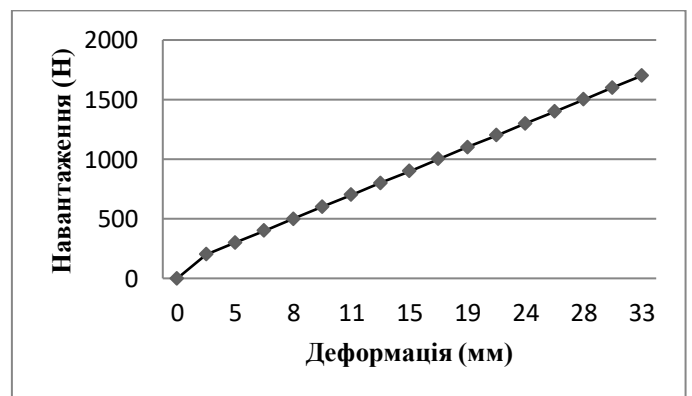


Рисунок 1.5. Графік залежності деформації від навантаження

1.2 Конструкційні рішення для випробування залізобетонних виробів

Для випробування залізобетонних виробів, а також для випробування в умовах будівельного майданчику зазвичай використовують найпростіші конструкційні рішення – стенди тимчасового навантаження. Конструкційно, такі стенди складаються з двох опор, виготовлених з цегли, бетону або збірних залізобетонних елементів. Опори розміщуються на визначеній відстані одна від одної і виконують роль для встановлення на них випробувальних конструкцій та навантажуючи матеріалів.

Між несучими опорами стенду, як правило встановлюються додаткові захисні троси та елементи які запобігають різкому обваленню конструкції. В якості навантаження конструкції використовується цегла, бетонні блоки, ящики з піском та інші матеріали.

Навантаження та розвантаження випробувальних матеріалів є дуже клопіткою роботою, а також має ряд складнощів щодо техніки безпеки. Також порушується рівномірність навантаження по часі.

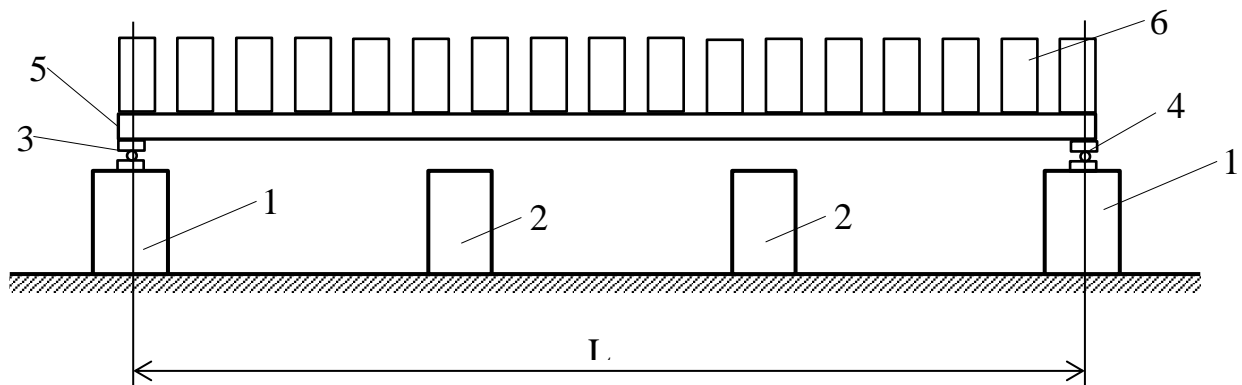


Рисунок 1.6. Схема найпростішого стенда для випробування виробів на згин

1 – несучі опори; 2 – страхувальні опори; 3 – рухома опора; шарнірно-нерухома опора; 5 – випробувальний зразок; 6 - вантаж

Також існують й інші, більш складніші стенди для випробування залізобетонних виробів, а саме: стенди з використанням важелів – призначені для випробування залізобетонних виробів розрахованих на відносно невеликі

навантаження; стенди з використанням стиснутого повітря – для випробування плит та інших виробів, рівномірно розподіленим навантаженням з допомогою резинового балону, який наповнюється стиснутим повітрям. Найчастіше застосовуються стаціонарні стенди. Стаціонарні стенди можуть мати різну конструкцію. Розміщують такі стенди безпосередньо на виробництвах або в лабораторіях. Такі стенди, як правило дозволяють проводити цілий комплекс досліджень під час випробування зразків продукції. Такі стенди часто застосовують під час розробки нових будівельних матеріалів або конструкцій. Головним завданням такого випробувального обладнання є створення різних умов навантаження і отримання точних результатів.

Результати експериментальних дослідів механічної поведінки матеріалів, являються важливим елементом для створення математичних моделей, які описують поведінку будівельних матеріалів в конструкціях при реальних умовах експлуатації. Такі дані є основою для побудови відповідних відношень, які описують різні стадії деформування і критеріїв які встановлюють умови руйнування. Експериментальні випробування механічної поведінки будівельних матеріалів потребують використання спеціальних комплексних випробувальних систем.

1.3 Загальна характеристика сучасних випробувальних комплексів

Використання методів механічних випробувань на відповідному випробувальному обладнанні зв'язане з дослідженням закономірностей деформування та руйнування матеріалів та елементів конструкцій в різних умовах. Задачею таких випробувань може бути, наприклад, перевірка гіпотез і теорій механіки деформованого твердого тіла, отримання реальних механічних характеристик і оцінка несучих властивостей елементів конструкцій або ж всієї цілої конструкції.

На даний час випробувальне обладнання забезпечує такі основні види керуючої дії на зразок:

- розтяг-стиск;
- скручування;
- складне навантаження (розтяг-стиск і скручування);
- двохосьовий розтяг-стиск;
- складний напружений стан;
- дія високих та низьких температур;
- агресивних середовищ та фізико-хімічних факторів.

Сучасні випробувальні комплекси можуть створювати вказані види дій при тривалому статичному, циклічному, динамічному характері навантаження, а також створювати імітацію реальних умов експлуатації.

Існує величезна кількість випробувальних машин, проте всі вони створюються по єдиній схемі (рис. 1.7). До числа основних систем випробувальних машин можна віднести такі:

- *Системи створення зовнішніх впливів.* Серед таких розрізняють пристрої механічної, фізичної та хімічної природи. Також сюди відносяться пристрої які можуть створювати необхідні умови для випробування зразків за встановленими нормами середовища для випробування;
- *Системи передачі навантаження на зразок.* Це є захвати для встановлення і кріплення зразка, силові рами, траверси, тяги та ін.
- *Системи вимірювання.* Системи вимірювання включають в себе первинні перетворювачі (датчики) навантажень, деформацій, температур і т.д. Також в цю групу входять пристрої перетворення електричних сигналів при їх наступному використанні в системі обробки даних і керування;
- *Системи автоматизації.* Дані системи виконують роль збору інформації в подальшій обробці, візуалізації і реєстрації результатів дослідження, а також забезпечують реалізацію програму автоматичного управління процесу випробування.

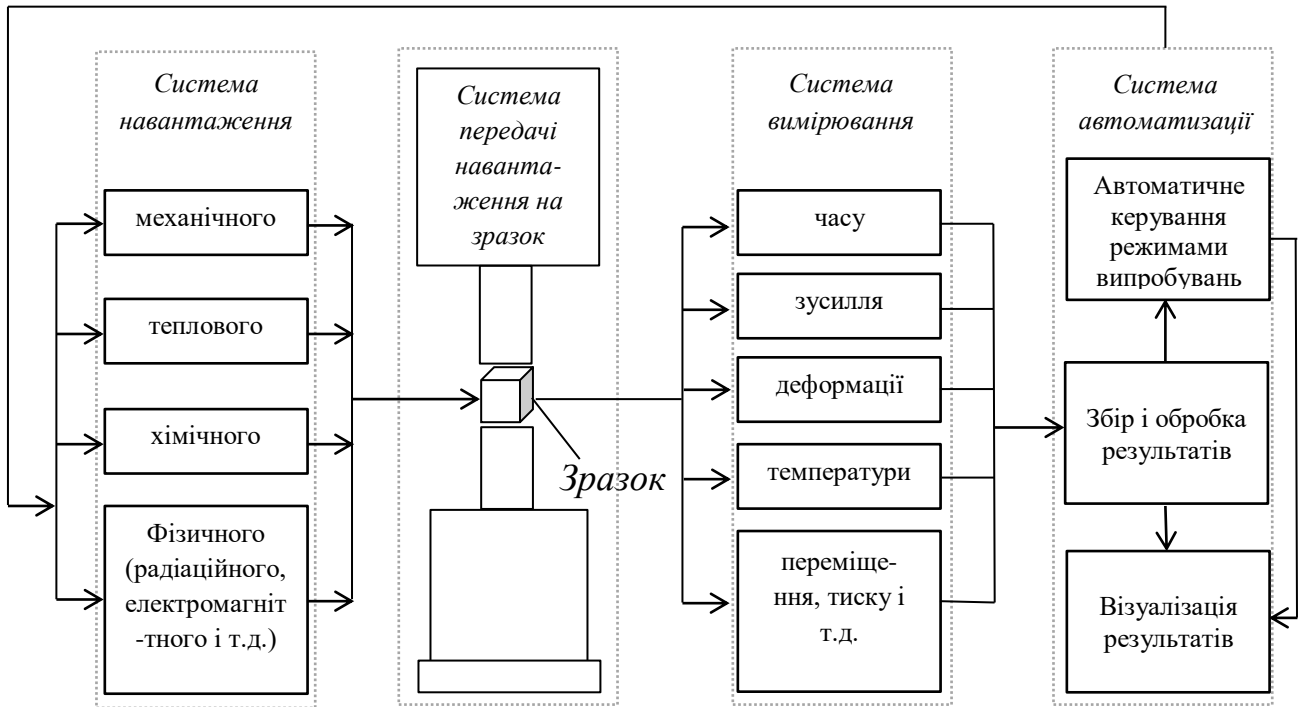


Рисунок 1.7. Функціональна схема випробувальних машин

1.4 Випробувальні стенди для проведення випробувань на міцність при стиску та розтягу

Випробувальні машини діляться на прості та універсальні. Прості дозволяють прикладати навантаження в одну сторону (або стиск або розтяг). Універсальні в свою чергу дозволяють прикладати навантаження і на стиск і на розтяг. Універсальні також поділяють на дві категорії:

- з переналаштуванням під певний вид навантаження;
- без переналаштування під певний вид навантаження.

По призначенню випробувальні стенди поділяються на стенди широкого використання, спеціального та цільового.

Випробувальні стенди конструктивно поділяються на однозонні та двохзонні. На рисунку 1.8 наведено приклади випробувальних машин які конструктивно різняться системою навантаження.

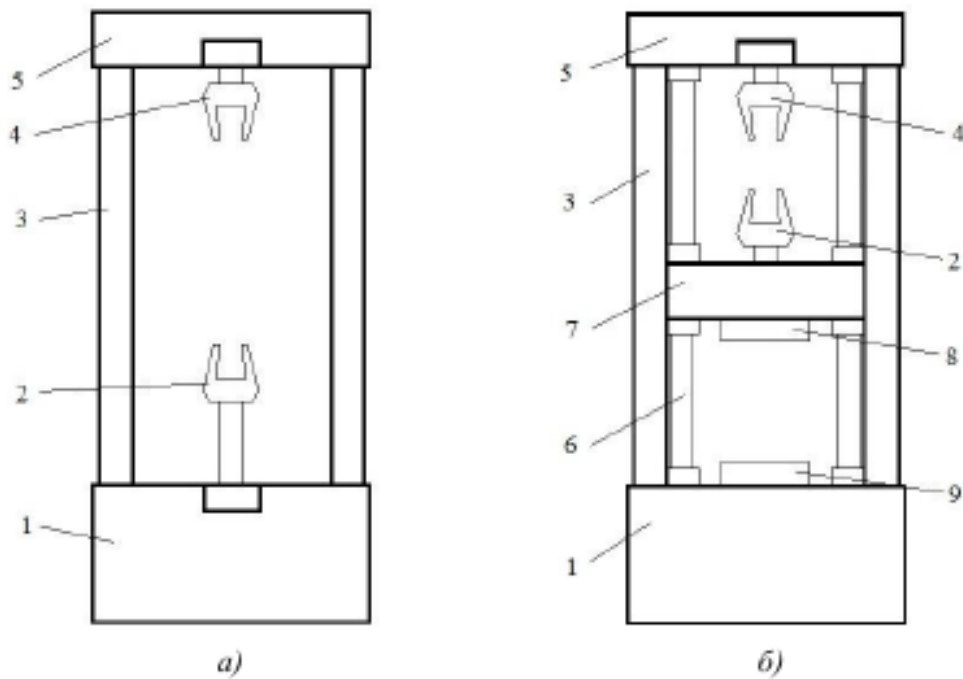


Рисунок 1.8. Силові схеми однозонної та двозонної випробувальної машини.
 1- основа; 2 – рухливий захват; 3 – стійка; 4 – фіксований захват; 5 - верхня траверса; 6 – ходові або силові винти; 7 – рухлива траверса; 8 – верхня плита навантаження; 9 – нижня плита навантаження

З рисунку 1.8 можна побачити що в першому випадку, на випробувальній машині (рис. 1.8 а) можливо проводити випробування матеріалів лише на розтяг, в той час як на (рис. 1.8 б), можна крім випробування міцності на розтяг, проводити випробування на міцність при стиску. Такі випробувальні машини належать до класу квазістатичних машин.

Випробувальні машини конструктивно також поділяють на одноколонні, двоколонні та чотирьохколонні (рис. 1.9). Функціонально вони також можуть дозволяти виконувати випробування на міцність при стиску та розтягу, або ж лише міцність на стиск, або лише на розтяг.

Випробувальні машини можуть бути оснащені механічними, гідравлічними або пневматичними приводами. Сервогідравлічні машини забезпечуються автономною роботою масляних станцій.

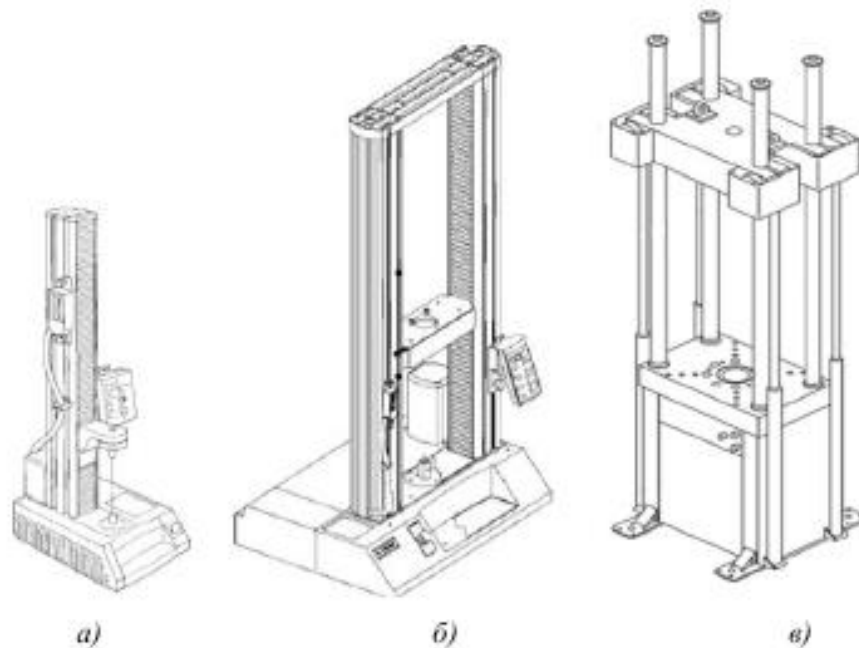


Рисунок 1.9. Конструктивне виконання випробувальних машин.
а) одноколонна; б) двохколонна; в) чотирьохколонна

Починаючи від найпростіших випробувальних конструкцій та закінчуючи різними типами випробувальних автоматизованих машин, не важко помітити їхні недоліки. Найпростіші конструкції випробувальних стендів не дають змоги випробувати різні види будівельних конструкцій та матеріалів за однією схемою. Для кожного виду будівельних матеріалів та конструкцій потрібно використовувати свої схеми навантажень та встановлювати спеціальну систему автоматизації та опрацювання даних. Більш універсальніші випробувальні машини, оснащені різними системами контролю та автоматизації мають свій суттєвий недолік – розміри великих будівельних матеріалів, як показує практика, часто перевищують допустимі документацією випробувальних машин. Часто виникає питання економічної вигоди забезпечення випробувальної лабораторії випробувальним обладнанням. Так зване універсальне обладнання економічно є дешевшим. Ще одним обґрунтуванням щодо економічності, можна взяти той факт що обладнання, функціональність якого можна розширювати, дає велику економію коштів.

З вище сказаного впливає необхідність створення випробувального стенду для випробування зразків будівельних матеріалів або конструкцій великих розмірів. Дана конструкція має дозволяти проводити випробування на міцність при стиску та розтягу. Автоматизація та система керування, збору і опрацювання даних повинна надавати максимально інформативний і точний результат. Також слід врахувати і розширення можливостей щодо видів випробувань стенду.

РОЗДІЛ 2. РАЗРОХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Основні вимоги до проведення механічних випробувань

Під час проведення випробувань на міцність при стиску завантаженість досліджуваних конструкцій зовнішнім навантаженням повинне проводитися поступово, без ривків і ударів, для того щоб виключити дію сил інерції. Необхідно також забезпечити стабільність навантажень і рівномірність по часу протягом всього випробування.

Під час випробування великогабаритних будівельних матеріалів вводиться таке значення як випробувальне та контрольне навантаження. Випробувальне навантаження – це навантаження, яке включає власну вагу та навантаження яке прикладається до зразка. Контрольним навантаженням називають граничне навантаження зразка при якому оцінюють за результатами якість зразка.

Під час перевірки жорсткості та тріщиностійкості конструкції, контрольне навантаження приймають рівним згідно нормативів, а при перевірці міцності – контрольню руйнівного навантаження.

Величина навантаження та швидкість її прикладення під час проведення випробування і науково-дослідницьких робіт назначається у відповідність з назначеними цілями.

За характером розміщення навантажень до площини конструкції статичні навантаження поділяються зосередженні, роз приділені по лінії і роз приділені по площі.

В якості навантаження використовуються штучні вантажі, ємності наповнені водою, пневмоподушки, гідро та пневмодомкрати, гвинтові домкрати та ін.

Найкращим навантаженням з точки зору простоти визначення ваги та рівномірності розприділення по горизонталі є використання навантаження за допомогою води. Проте таке навантаження потребує спеціальних додаткових

пристроїв. Також навантаження можна створювати за допомогою повітряних подушок – це також вимагає додаткового обладнання (компресори, балони із стисненим повітрям та ін.)

Найбільш економічно вигідним та універсальним способом навантаження є використання домкратів. Їх переваги полягають в невеликих габаритах, простоті створення та регулювання навантаження, а також можливість прикладення його в потрібних напрямках.

В лабораторних умовах, під час випробування невеликих фрагментів або зразків застосовують стандартні випробувальні машини (преси) або спеціальні стенди.

Для випробування будівельних конструкцій використовують машини і преси, які створюють навантаження від 5 до 80МН. Якщо габарити конструкцій і потрібна величина навантаження відповідає можливостям наявних машин, то випробування слід проводити на цих машинах, а не на менш точних стендах.

При статичних випробуваннях будівельних зразків та конструкцій на стиск та поздовжній згин використовуються гідравлічні преси наступних марок: ИПС – 500, ПММ – 500 (з навантаженням до 5000 кН); ИПС – 200, ПММ – 200 (з навантаженням до 2000 кН); ПСУ-125 (з навантаженням 1250кН); 2ПГ – 50, ПСУ-50 (навантаження в 500 кН); 2ПГ-10, ПСУ-10 (навантаження до 700кН).

Для випробування конструкцій чи матеріалів на розтяг і стиск застосовують універсальні випробувальні машини такі як: ГРМ-1 (максимальне зусилля 500 кН); Р-5, УМ-5 (максимальне зусилля – 50 кН).

Випробувальні машини та преси застосовують для випробування будівельних матеріалів тільки при наявності паспорту та свідоцтва про калібрування та перевірки. Калібрувальні дії та перевірка проводиться не рідше одного разу в рік. Також такі заходи потрібно проводити кожного разу після ремонту або заміни складових.

2.2 Вимоги до стендів для великогабаритних будівельних матеріалів та конструкцій

Якщо розміри конструкції та прикладене зусилля перевищує можливості випробувальної машини то випробування потрібно проводити на спеціально виготовлених стендах. Найпопулярнішими прикладами стендів є стаціонарні стенди для випробування балок, ферм, стінових панелей, рамних конструкцій тощо. Як правило такі стенди монтуються на окремому фундаменті або силових плитах.

В таких стендах використовують гідравлічні домкрати серій ДГ-100М, ДГ-200М, та домкрати меншої потужності з вантажопід'ємністю від 5 до 50 кН.

Тиск, який розвивають гідравлічні домкрати вимірюється за допомогою манометрів. Як правило, під час випробувань, використовуються манометри з трубчастою пружиною. Такі манометри випускаються двох класів точності: «2,5» або «4», що відповідає похибкам 2,5% та 4%



Рисунок 2.1. Манометр з трубчастою пружиною. Загальний вигляд

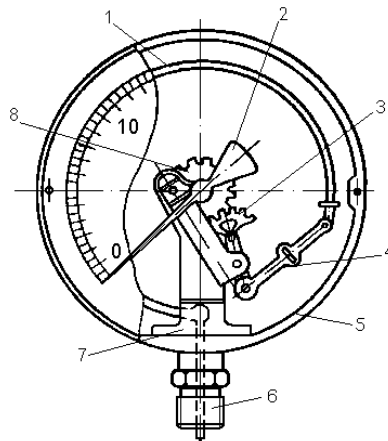


Рисунок 2.2. Манометр з трубчастою пружиною. Схематичний вигляд.
1 – трубчаста пружина; 2 – стрілка; 3 – зубчастий сектор; 4 – тяга; 5 – корпус манометра; 6 – штуцер; 7 – основа манометра; 8 – трибка

Для нагнітання масла в гідравлічні домкрати, використовуються плунжерні насоси або насосні станції. Насоси з'єднують резиновими шлангами високого

тиску з гідроциліндрами (поршнями). Подача масла відбувається з допомогою ручного або електричного приводу.

Плунжерні насоси дозволяють нагнати масло в гідроциліндри високою та рівномірною потужністю яка потрібна для функціонування випробувального обладнання заданих потужностей.

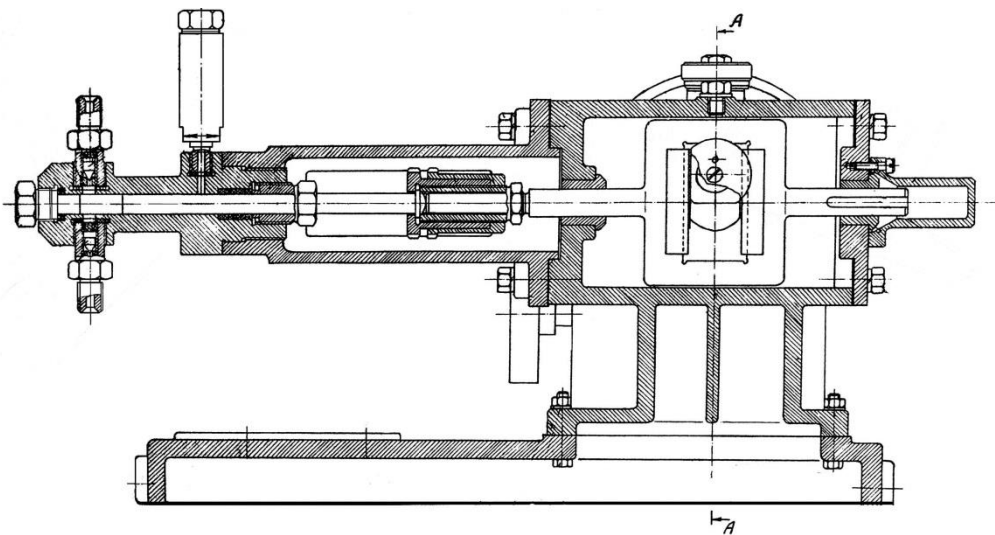


Рисунок 2.3. Плунжерний насос.

2.2.1 Пристрої вимірювання

Випробування будівельних конструкцій, матеріалів і моделей зв'язані з визначенням великої кількості параметрів, які характеризують процес завантаження і поведінку їх під навантаженням. До таких параметрів відносяться силиві і температурні дії, переміщення, деформації, кути поворотів і ін. Для замірів вище вказаних параметрів використовуються прилади і перетворювачі, основані на різних принципах дії.

На практиці при проведенні випробувань в умовах близьких до природних важливу роль відіграє швидкість встановлення чи заміни приборів на різних діапазон вимірювань. Перевагу віддають електроприборам або приборам які мають автономне живлення.

Важливим показником пристроїв вимірювання є швидкість реєстрації показників та їх обробку. Такими властивостям відповідають прилади разом з автоматизовано обчислювальними комплексами.

2.2.2 Визначення прогинів, лінійних деформацій механічними засобами

Під час проведення випробувань натуральних конструкцій або великогабаритних моделей широко використовують механічні вимірювальні засоби. До них можна віднести барабанно-шестерний прогиномір, рєчно-шестерний індикатор, тензомер і рівневий клинометр.

Прогиномири застосовуються для вимірювання переміщень любої точки відносно іншої нерухомої. Під час випробувань будівельних конструкцій частіше всього застосовуються прогиномири наступних типів ПМ-2, ПМ-3 (ціна поділок шкали – 0,1мм), прогиномири системи Аістова (ціна поділки шкали 0,01мм).

Для невеликих переміщень використовують індикатори часового типу. Такі індикатори прості в користуванні і володіють високою точністю. Їх найчастіше використовують в будівельних конструкціях.

Механічні тензометри. Такі пристрої часто використовують для вимірювання величин малих лінійних деформацій невеликій по довжині частині випробувальної конструкції. Найбільшого застосування отримали тензометри Гугенбергера та Аістова (ТА-2, ТА-3)

2.2.3 Електронні засоби для визначення прогинів, деформацій. Конструктивні схеми засобів

В сучасних випробувальних стендах найчастіше застосовують пристрої, які дозволяють замінювати неелектричні величини (переміщення та деформації) електричними методами. Такі пристрої дають змогу визначати показники з високою точністю, визначати показники практично в будь-яких точках

конструкції і передавати їх на відстань в подальшу обробку електронно обчислювальним машинам.

Для визначення деформації випробувальних конструкцій чи елементів електричним методом широко застосовують дровові тензорезистори. В основу методу вимірювання деформацій закладений тензометричний ефект – зміна електричного опору провідника при його механічній зміні довжини. Таку властивість у фізиці називають тензочутливість.

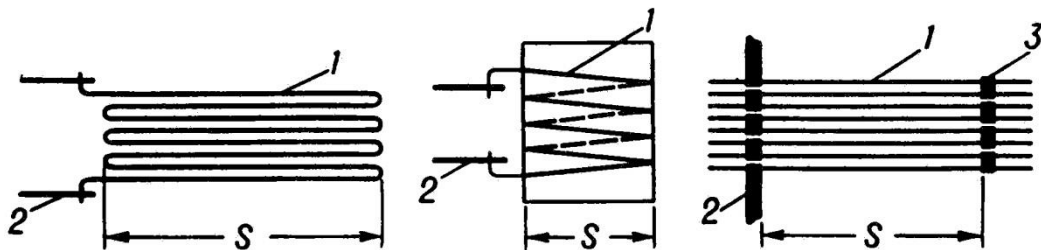


Рисунок 2.4. Тензорезистори.

S – база датчика; 1 – Константовий дріт. Решітка датчика; 2 – вивідні провідники; 3 – перемички.

Головними перевагами тензорезисторів є:

1. Можливість реєструвати деформації як на поверхні так і всередині;
2. Надвисока точність вимірювання деформації;
3. Вимірювання деформації в стадії навантаження;
4. Порівняно простота у встановленні на випробувальний зразок;
5. Встановлення в місцях випробувального зразка де механічні прилади встановити неможливо.

Як приклад, вимірювання деформації в бетоні, використовуються тензорезистори з базою 50, 80, 100 мм, а в арматурі – з базою 10, 20, 30мм.

Тензорезистори застосовуються в різних видах вимірювальної техніки. Найчастіше вони використовуються при створенні датчиків аналогів РІН-перетворювачів. Датчиками називають частину вимірювальної системи, яка являє собою сукупність вимірювальних перетворювачів. Датчики класифікуються різними характеристиками:

- датчики тиску (використовуються для вимірювання навантажень);
- датчики витрат (це можуть бути лічильники витрат, електромагнітні витратоміри, вихрові витратоміри та ін.);
- датчики рівня (поплавкові, ємнісні);
- датчики концентрації;
- датчики переміщення;
- фотодатчики;
- датчики вібрації;
- датчики механічних величин.

За принципом дії їх поділяють на оптичні (фотодатчики), магнітоелектричні, п'єзоелектричні, тензоперетворювачі, ємнісні датчики, потенціонометричні та індуктивні.

За характером вихідного сигналу: дискретні, аналогові, цифрові, імпульсні.

За технологією виготовлення: елементні, інтегральні.

У даному проекті випробувального стенду доцільно використовувати тензорезисторні датчики. Тензометр – це пристрій для вимірювання деформацій, які можуть бути викликані силовим навантаженням в твердому тілі. Основою цього пристрою є так званий «чутливий елемент», який може бути різної форми в залежності від того яку функцію виконує тензодатчик. Тип «чутливого елемента» датчика залежить від виду деформації, яка виникає під час навантаження після прикладеного зусилля. Найчастіше в промисловості можна спостерігати такі види деформацій як стиск, розтяг та зсув. За конструкційними властивостями тензодатчики поділяють на одно точкові, консольні, S-подібні, циліндричні, та високотемпературні.

Одноточкові тензодатчики, найчастіше використовуються у важких умовах для роботи. Такі тензодатчики мають високу стійкість до зношення, максимально довгий період служби, високу стійкість до впливу агресивного середовища. Характерними особливостями для них є висока точність та легкість монтажу.

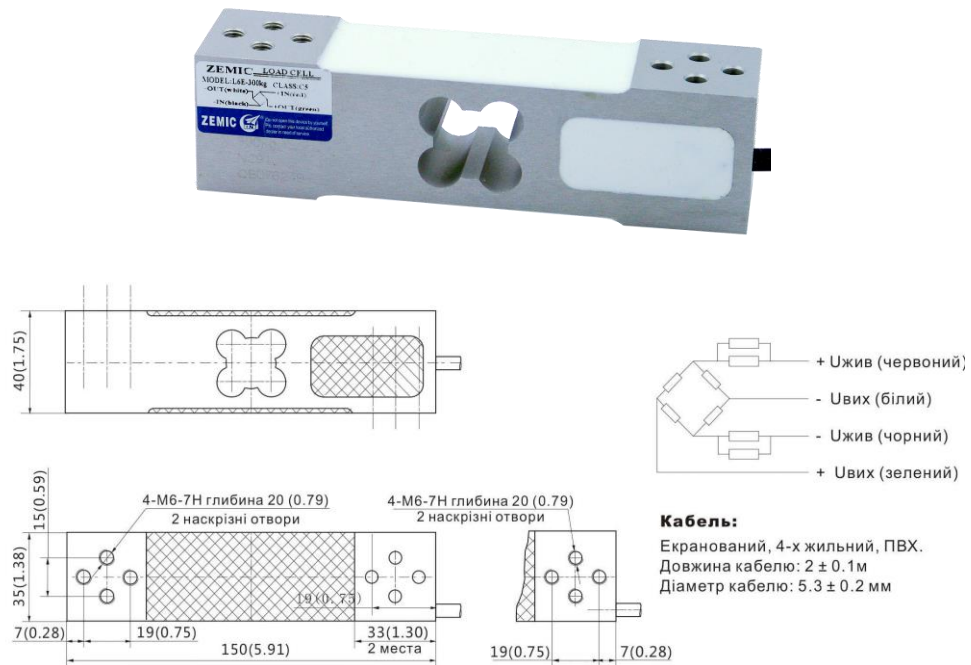


Рисунок 2.5. Тензометричний датчик одноточкового типу Zemic L6F. Розміри. Графічне зображення

На рисунку 2.5 наведений приклад одноточкового датчика виробника Zemic, найчастіше використовується у випробувальних стендах при проведенні випробувань на міцність при стиску.

Консольні тензодатчики використовуються у виробництві конвеєрних ваг та дозаторів. Основною характеристикою таких тензодатчиків є якісний сплав міцної сталі. Основними перевагами таких датчиків є висока точність вимірювань, компактність та сумісність в вимірами напруг.

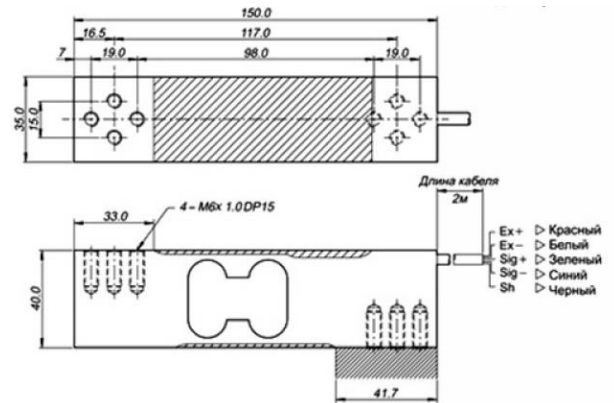


Рисунок 2.6. Консольний тензодатчик. Розміри.

Широке застосування тензодатчиків S-подібного типу в будові механізмів, електромеханічному обладнанні, ваговому обладнанні характеризується високим коефіцієнтом точності. S-подібні тензодатчики збільшують ефективність у ваговій техніці оскільки пристрої здатні вимірювати не тільки загальну масу, але і навантаження на кожен елемент. Передача імпульсу може здійснюватися на великій відстані без втрат якості. До того ж всього такі тензодатчики мають характеризуються високою швидкодією та індикацією сигналів. Приклад S-подібного тензодатчика наведений на рис. 2.7.

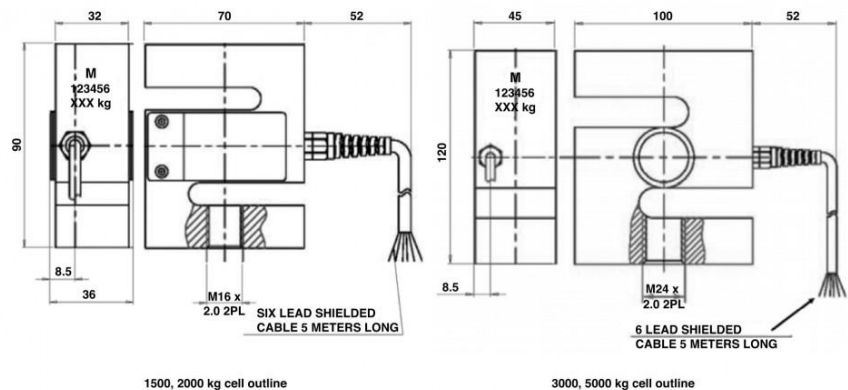
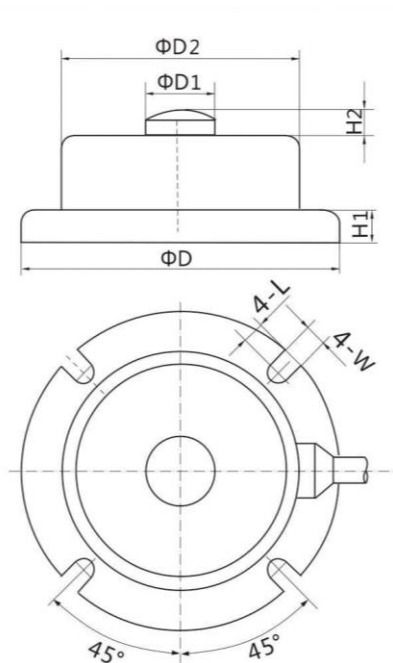


Рисунок 2.7. S-подібний тензодатчик Tedeа 619.

Циліндричні тензодатчики виконуються у формі циліндра. Особливістю таких тензодатчиків є надійність роботи і стабільність показників. Такі тензодатчики володіють широким діапазоном температур.



Навантаження (Т)	Розміри (мм) (дюйм)							
	D	D1	D2	H	H1	H2	L	W
1	115 (4.53)	22 (0.87)	86 (3.39)	43 (1.69)	12 (0.47)	5 (0.2)	8 (0.31)	8.4 (0.33)
2	120 (4.72)	26 (1.02)	90 (3.54)	45 (1.77)	12 (0.47)	5 (0.2)	8 (0.31)	8.4 (0.33)
3	128 (5.04)	20 (0.79)	100 (3.94)	46 (1.81)	8 (0.31)	5 (0.2)	7 (0.28)	10.4 (0.41)
5	128 (5.04)	20 (0.79)	100 (3.94)	46 (1.81)	8 (0.31)	5 (0.2)	7 (0.28)	10.4 (0.41)
10	160 (6.3)	40 (1.57)	120 (4.72)	63 (2.48)	15 (0.59)	10 (0.39)	10 (0.39)	10.4 (0.41)
15	194 (7.64)	42 (1.65)	154 (6.06)	68 (2.68)	20 (0.79)	10 (0.39)	12 (0.47)	12.4 (0.49)
20	220 (8.66)	44 (1.73)	170 (6.69)	73 (2.87)	22 (0.87)	10 (0.39)	12 (0.47)	12.4 (0.49)
30	230 (9.06)	48 (1.89)	188 (7.4)	78 (3.07)	25 (0.98)	10 (0.39)	12 (0.47)	12.4 (0.49)
50	264 (10.39)	52 (2.05)	214 (8.43)	90 (3.54)	30 (1.18)	10 (0.39)	12 (0.47)	12.4 (0.49)



Кабель:
Екранований, 6-ти жильний, ПВХ
Довжина кабелю: 3 м (1 ~ 3т), 4м (5 ~ 10т), 15м (15 ~ 50т)
Діаметр кабелю: 6мм

Рисунок 2.8. Тензометричний датчик Zemic H2F.

Високотемпературні тензодатчики використовують в засобах виміральної техніки при великих температурах. Виготовляються такі датчики з нержавіючої сталі, як правило мають тривалий термін експлуатації.

Підводячи підсумки, можна сказати, що для виготовлення випробувального стенду потрібно застосовувати електронні тензодатчики різних типів. Тензодатчик – це важливий елемент конструкції який становить основу

механізму вимірювань. На відміну від механічного обладнання, електронне обладнання має менші габаритні розміри, надає більш точні показники вимірювань. Електронна система із застосуванням тензодатчиків дозволяє перейти на новий рівень якості роботи і повністю автоматизувати контрольні-вимірювальні процеси. Застосування комп'ютерних технологій дозволяє створювати візуалізацію залежностей різних величин. Слід також і вказати на збільшення швидкості виконання роботи.

2.3 Конструктивні схеми випробувального стенду

На рисунку 2.9 зображена загальна конструкція випробувального стенду скомпонована для проведення випробувань на міцність при стиску. Каркас стенду складається з чотирьох двотаврових колон які фіксуються за допомогою зварювання з пластинами які з'єднані конструктивно з вмурованими в підлогу стержнями. Колони закріплені нерухомо та мають строго перпендикулярне розміщення відносно землі (рис 2.10). Двотаври мають маркування 18Б2 згідно нормативною документацією. Висота колон становить по 2500мм кожна. Характеристики: Висота перерізу $h=180$ мм, Ширина перерізу $b=91$ мм, товщина стінки $s=5,3$ мм, радіус з'єднання $R=9$, площа поперечного перерізу $A=23,95\text{см}^2$.

Колони в даній конструкції виконують функцію опор та працюють на розтяг. Верхня частина колон з'єднана послідовно чотирма швелерами за допомогою ручного зварювання. Це дозволяє при великих навантаженнях утримувати форму куба випробувального стенду та запобігає від деформації основного каркасу. Нижня частина випробувального стенду також скріплена послідовно двотаврами детальний опис схеми зображено на рисунку 2.11.

Усі силові агрегати та пристрої зняття показників розміщуються на силовій установці яка за допомогою болтового з'єднання кріпиться до вертикальних опор. В даному кресленні зображено умовно гідроциліндр який створює навантаження. Гідроциліндр може керуватися насосною станцією. Станція може застосовуватися як автоматизована так і механічного (ручне) нагнітання масла.

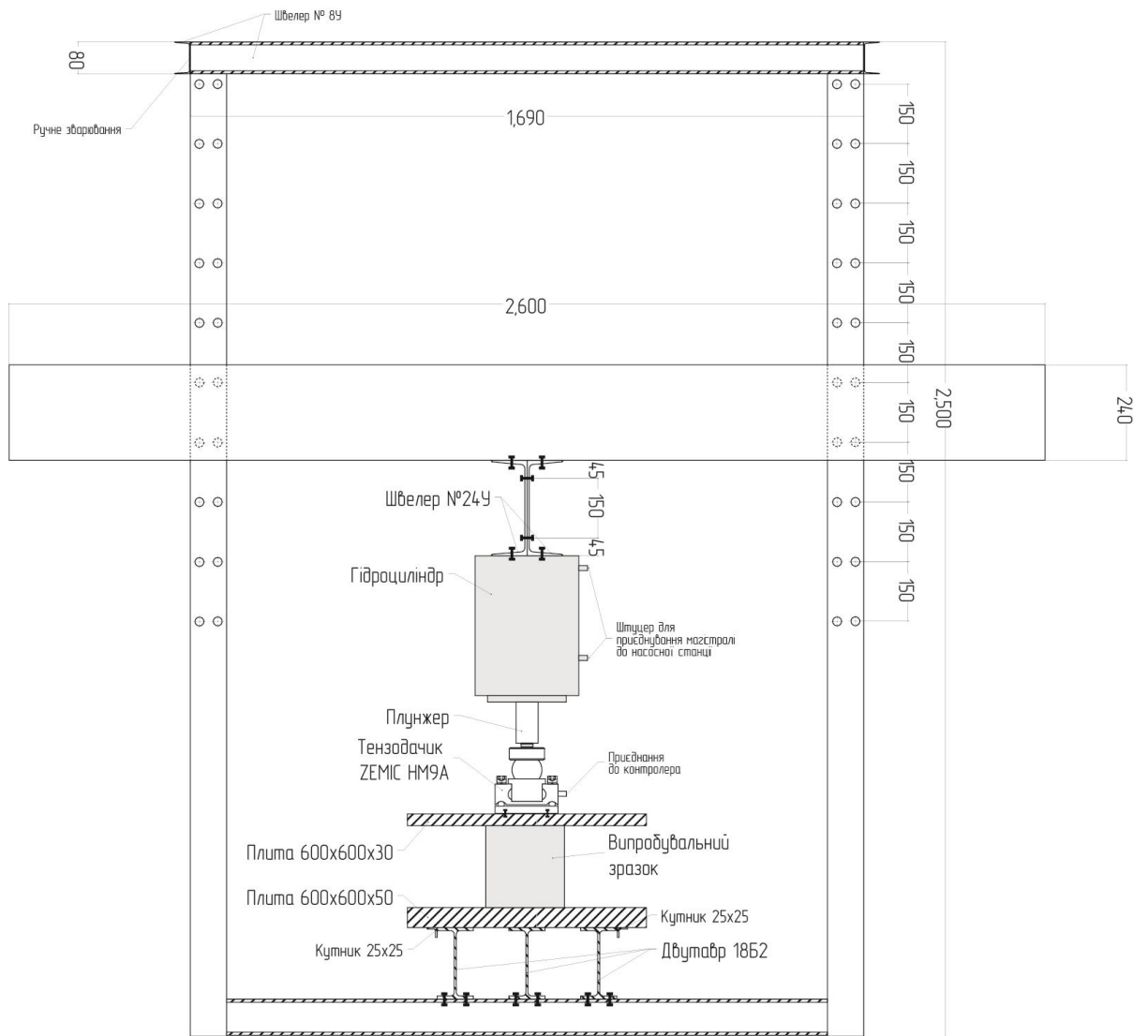


Рисунок 2.9 Загальна каркасна конструкція

Для даної конструкції доцільно застосовувати гідроциліндри з двосторонніми напрямками роботи поршня. Це дозволяє розширити спектр випробувальних робіт. Кріплення для кожного гідроциліндра може бути різне, тому в дані схемі наведено, як приклад, кріплення гідроциліндра до основної балки за допомогою болтового з'єднання. Проте це лише один з варіантів який залежить від технічних характеристик гідроциліндрів. Крім гідроциліндра можна застосовувати і пневмоциліндри.

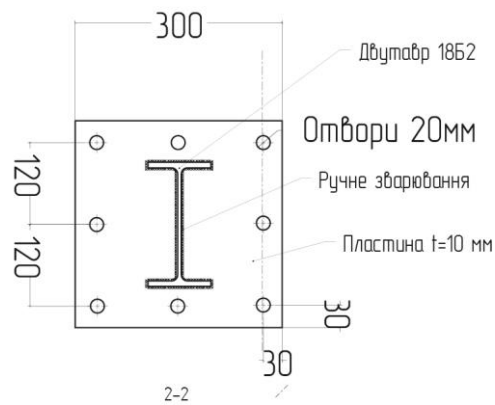


Рисунок 2.10 Нижня вмурована опора та спосіб кріплення вертикальних опор стенду до опори

Для знання показів навантаження в даній схемі зображено тензодатчик Zemic НМ9А. Даний датчик обраний в якості прикладу. Технічними характеристиками і точністю вимірювань він відповідає вимогам випробувального стенду. Але основну увагу слід звернути на його конструкцію. Даний тип тензодатчиків має властивість шарнірної рухливої опори. Це спрощує схему рівномірного навантаження на зразок який може мати «не правильні» форми. Для прикладу можна навести блок стінового перекриття. Під час навантаження верхня металева плита, яка має високу жорсткість, повинна бути рухлива. Тензодатчик даної моделі кріпиться до навантажуючої плити за допомогою болтового з'єднання. З гідроциліндром, кріплення тензодатчика реалізоване нерухомо на гвинтовій основі.

Вся система навантаження жорстко з'єднана з каркасом силової установки. Каркас силової установки кріпиться до вертикальних опор за допомогою болтовою підсиленого з'єднання. Для цього у вертикальних опорах зроблено отвори на полицях двотавра. Вертикальне положення силової установки можна змінювати залежно від потреб випробування та висоти будівельних конструкцій. Полиці двотаврових опор підсилені металевими пластинами. Кріплення таких пластин реалізовано ручним зварюванням. Таке підсилення дає можливість (згідно розрахунків) витримувати велике навантаження та запобігає руйнування та деформацію опор під дією сил які передаються від силової установки.

Крім загальної схеми також вказана схема кріплення опор до нижньої основи. На схемі вказано розміри отворів для фіксації до бетонної стяжки та місця зварювання вертикальної опори.

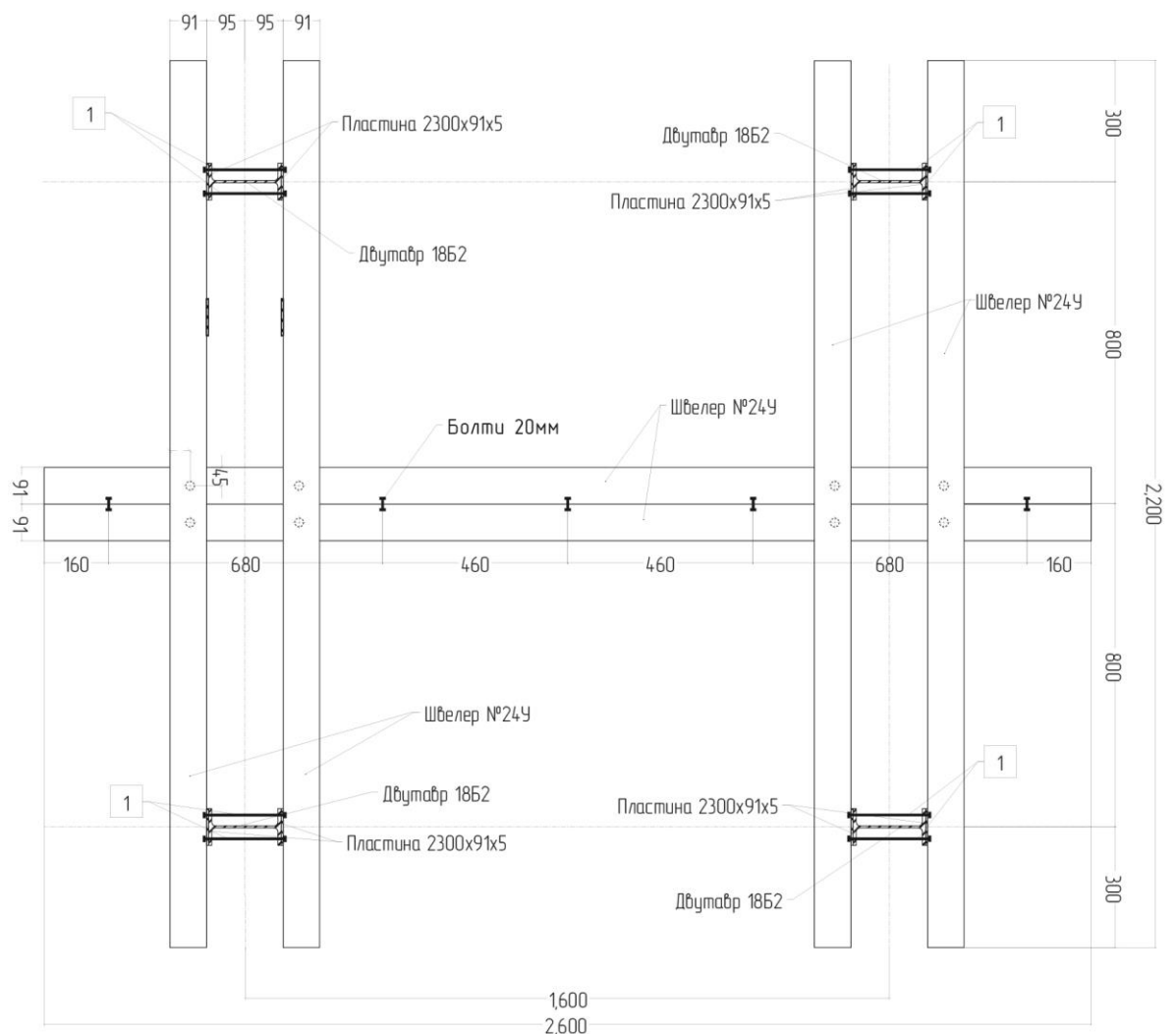


Рисунок 2.11 Силовая рамна установка

На рисунку 2.11 зображено рамну установку. Даний каркас зпроектовано витримувати навантаження в 20 т. Основу рамної установки складають швелери марки 24У. Висота даного швелера становить $h=240\text{мм}$, товщина стінки $S=2,42\text{мм}$, товщина полиці $30,6\text{мм}$, площа поперечного перерізу $30,6\text{мм}^2$. Момент інерції $I_x=2900\text{ см}^4$, $I_y=208\text{ см}^4$, момент опору $W_x = 242\text{ см}^3$, $W_y = 31,6\text{ см}^3$, радіус інерції $i_x= 9,73\text{ см}$, $i_y=2,6\text{см}$.

Конструкційно каркас виконаний з врахуванням змін агрегатів навантаження або кріплення додаткових. Це в свою чергу дозволяє змінювати положення навантажувальних пристроїв залежно від потреб під час проведення випробувань. Висоту рамної установки відносно землі можна змінювати. Таке регулювання каркасу розширює перелік будівельних конструкцій які можна випробувати. Максимальна висота підняття рамної установки до 2м. Слід відмітити що це дозволяє встановлювати навантажувальне та вимірювальне обладнання різних розмірів по висоті.

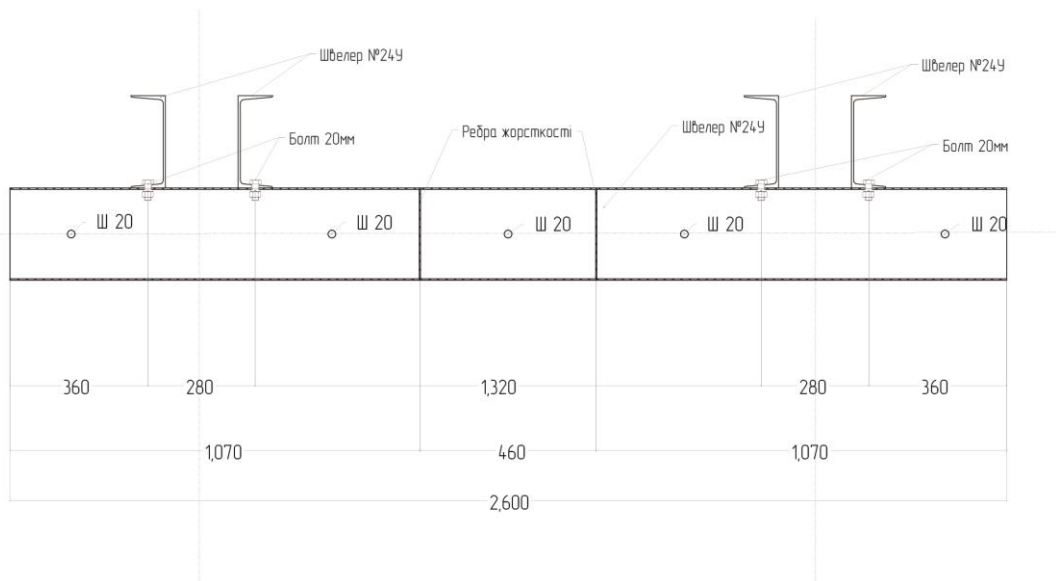


Рисунок 2.12 Балка для кріплення навантажувальних агрегатів

Основна балка яка нагадує двотавр, складається з двох швелерів які скріплюються болтовими з'єднаннями показаними на рисунках 2.12, 2.13. Така конструкція балки витримує більше навантаження ніж таких самих розмірів двотавр. Додатково балка підсилена ребрами жорсткості – пластинами, товщиною в 5мм. Ребра жорсткості з'єднуються з швелерами ручним зварюванням. Це збільшує показники характеристики опору. Швелери з'єднані між собою болтовими з'єднаннями.

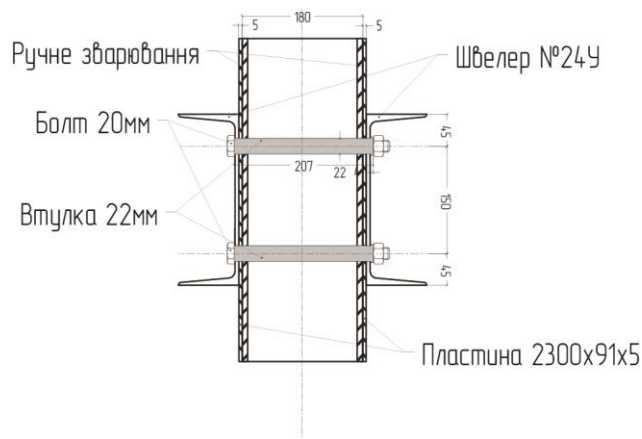


Рисунок 2.13 З'єднання силової рамної установки з вертикальними опорами

Усі болтові з'єднання каркасу силової установки посилені втулками високої міцності. Болти та гайки повинні мати клас міцності не нижче 8.8. Рекомендується виготовлення болтів, гайок та втулок із застосування високоміцної сталі. Під час монтування елементів рамної установки всі болтові з'єднання повинні міцно затягнуті. Також рекомендується застосовувати контргайки для більш надійнішої фіксації.

Нижня частина випробувального стенду (рис. 2.14) виконана таким чином щоб максимально зручніше можна було змінювати конфігурацію опор під певні види випробувальних зразків. На рисунку 2.14 схематично зображено вид зверху опорної частини для випробувальних зразків. Нижні кінці вертикальних опор стенду з'єднані за допомогою ручного зварювання, попарно з двотаврами 18Б2, утворюючи таким чином вигляд квадрату. Двотаври лежать на пластинах та кріпляться жорстко за допомогою болтового з'єднання. Така конструкції дозволяє зменшити навантаження на фундамент і запобігти його розтріскуванню і руйнуванню. За рахунок такого з'єднання двотаврів у квадратовидну форму та жорсткого з'єднання за допомогою ручного зварювання до вертикальних опор стенду, створюється надійна конструкція до запобігання деформації та руйнуванню загального каркасу.

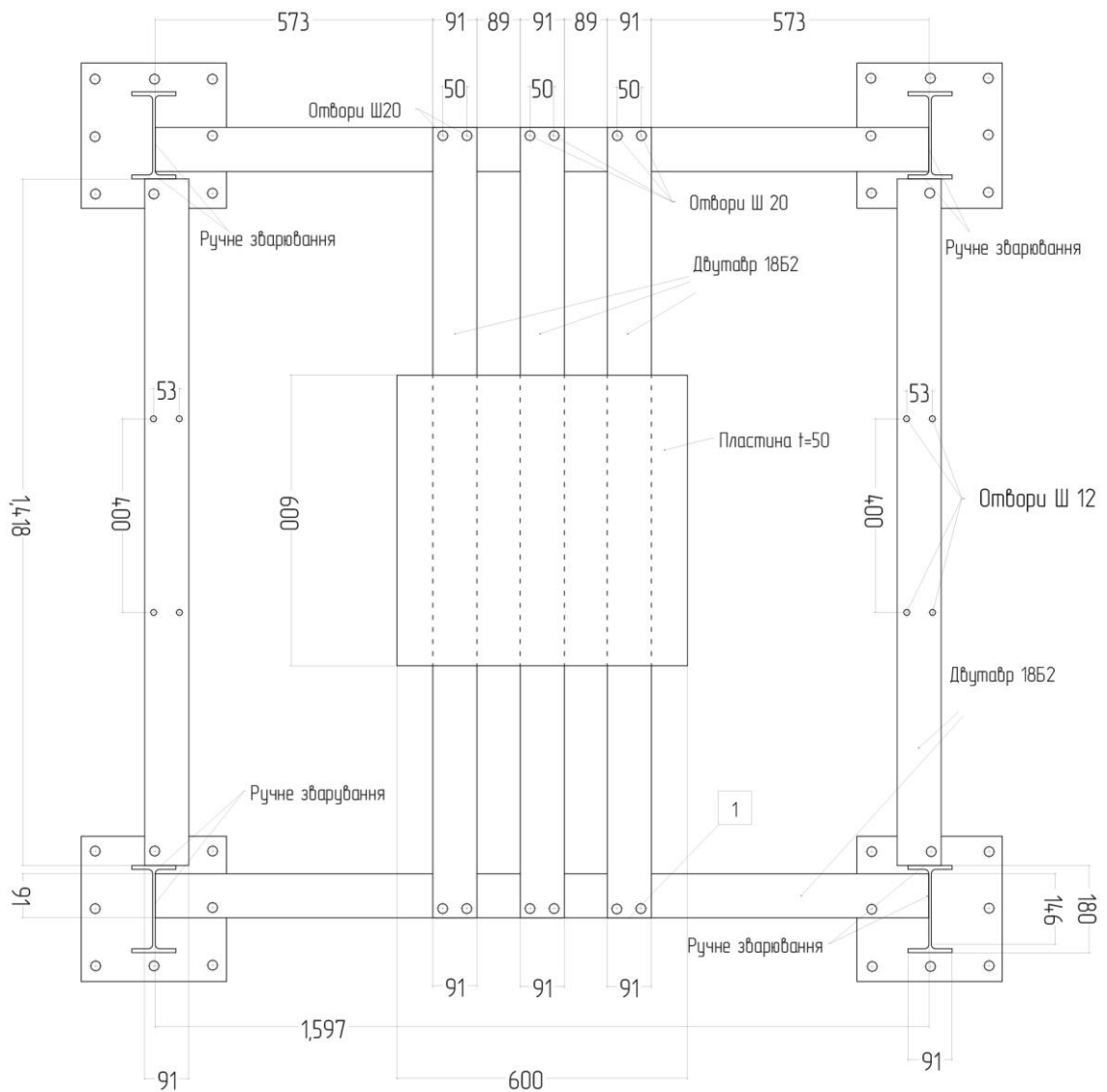


Рисунок 2.14 Нижня опорна частина стенду для випробувальних зразків

Залежно від потреб випробування певних зразків, можна використати платформу за конструкційною схемою зображеною рисунку 2.14. Комбінація з трьох двотаврів 18Б2 та металевої плити розміром 600х600х50 дозволяє розміщувати випробувальні зразки відповідного розміру. Такі зразки слід ставити на плиту (наприклад для випробування вентиляційного бетонного блоку). Основним видом випробувань в такій конфігурації є випробування міцності при стиску. Дану композицію нижньої опори для випробувальних зразків можна замінити і застосувати шарнірні опори для проведення випробувань

великогабаритних матеріалів на міцність при згині. Для цього враховані отвори у двотаврах які утворюють так зване квадратне з'єднання.

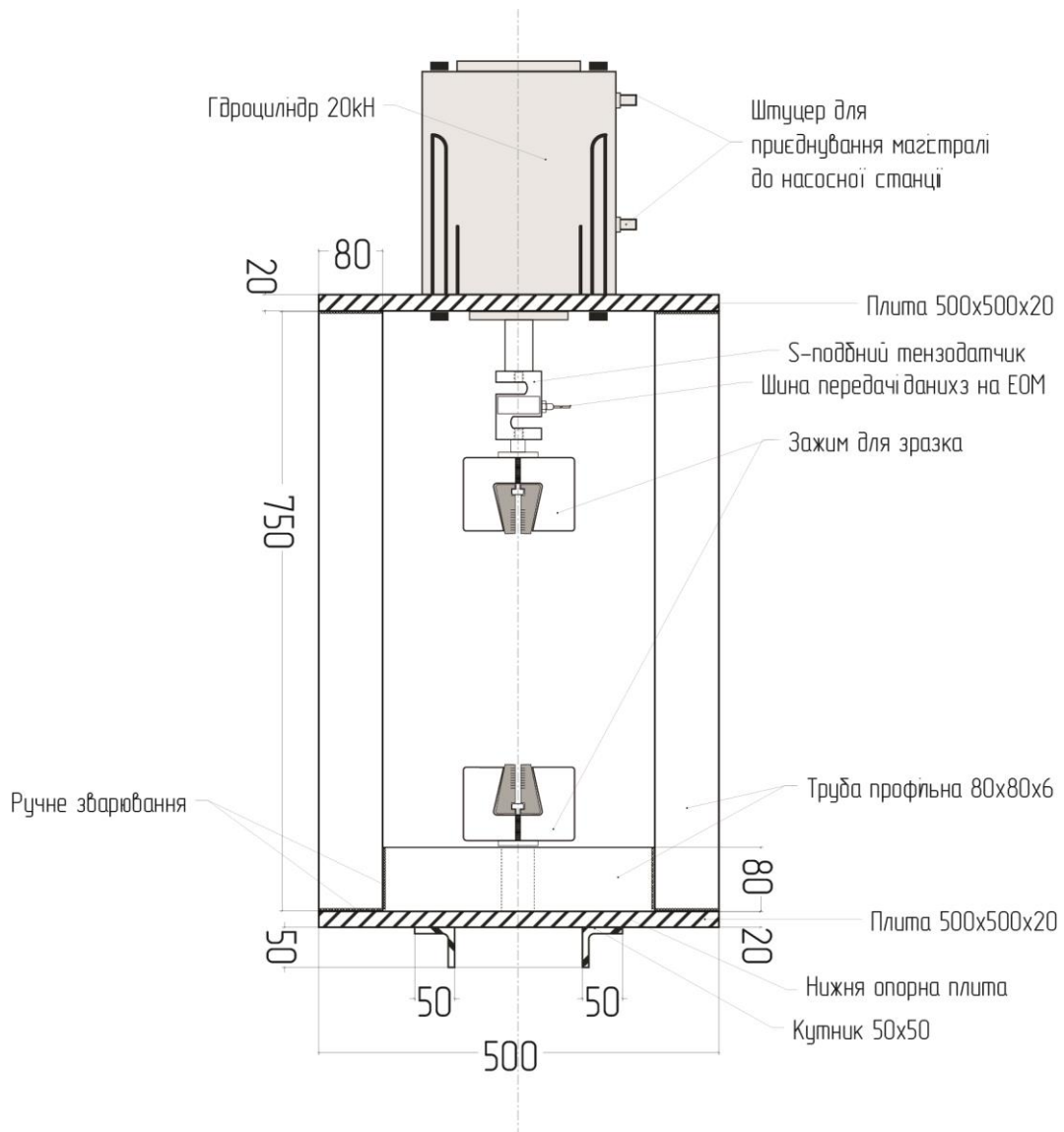


Рисунок 2.15 Установка для випробування матеріалів на розтяг

Оскільки даний проект передбачає реалізацію різних цікавих конструкторських рішень для проведення випробувальних робіт, то основну увагу слід звернути на можливість стану проводити випробування на розтяг. Прикладом конструкції для випробування арматури на розтяг можна розглянути схематичне зображення установки для випробування матеріалів на розтяг.

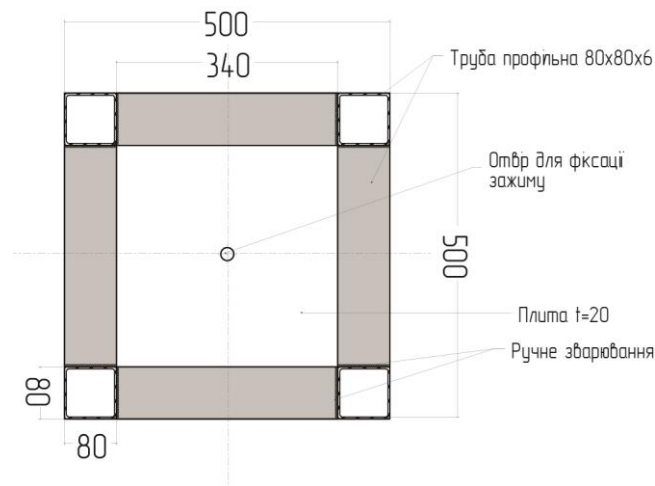


Рисунок 2.16 Нижня частина установки для випробування матеріалів на розтяг

На рисунку 2.15 та 2.16 виконано рисунки вигляду збоку та нижньої частини (вид зверху). Конструкційно установка складається з металевої плити розміром 500x500x20 мм до якої з чотирьох кутів зварним з'єднанням кріпляться профільні труби, квадратної форми, розмірами 80x80x6 і висотою 750мм. Залежно від силових агрегатів, вимірювального обладнання та розмірів зажимів висота установки може бути іншою. Для усунення деформацій установки, додатково рекомендується нижні частини профільних труб скріпити таким самим профілем у вигляді квадрату, зварюванням. По середині нижньої металевої частини закріплюються нижні самозжимні лещата для фіксації арматури. Залежно від виробу лещат кріплення їх до металевої пластини може бути різне тому на кресленні зображено умовне кріплення.

Верхня частина установки являє собою таку ж саму металеву пластину що і нижня але без додаткового підсилення квадратних профільних труб. З'єднання з вертикальними металевими опорами виконується методом ручної зварки. Особливу увагу потрібно звернути на кріплення та розміри отворів під гідроциліндр. Залежно від технічного виконання корпусів гідроциліндрів слід підібрати оптимальні розміри і правильне розміщення отворів в пластині для кріплення гідроциліндра. Плунжер гідроциліндра повинен бути розміщений строго по центральній осі конструкції. До плунжера також приєднується

тензодатчик. В даному випадку це є s-подібний тензодатчик який використовують для випробування на міцність при стиску. До тензодатчика кріпиться ще самозажимні лещата для випробування арматури на розтяг. Залежно від технічного виконання з'єднань зажиму слід врахувати міцність з'єднання його з тензодатчиком.

На всіх рисунках є розміри елементів та частин випробувального стенду. Це дозволяє спростити процес виготовлення такої конструкції. Загальна конструкцію можна змінювати, вдосконалювати при потребі, а також створювати під неї інші установки. Силові агрегати можна розміщувати залежно від вимог проведення випробування.

РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Види з'єднань металевих конструкцій

Основними видами з'єднань на у будівельній галузі є зварні, болтові та заклепкові. Найчастіше застосовуються зварні з'єднання. Їхня перевага полягає у високій міцності та надійності, простоті виконання та економією металу порівняно з болтовим з'єднанням. На відміну від болтових з'єднань у них відсутнє ослаблення та проміжних деталей, проте зварні з'єднання мають і свої недоліки а саме:

- для виконання зварного з'єднання потрібне спеціальне обладнання;
- в наслідок нерівномірного нагрівання та охолодження металу під час зварювань, можуть виникнути залишкові деформації;
- великі напруження поблизу швів та у швах можуть спричинити зменшення міцності при повторних та вібраційних навантаженнях.

Широке застосування болтових з'єднань характеризується тим, що такі з'єднання не потребують спеціального обладнання. Через те, що для болтових з'єднань не потрібно застосовувати термічну дію, вони мають більшу стійкість до динамічних навантажень.

Заклепкові з'єднання застосовуються значно рідше і часто при умові значних динамічних навантажень. Застосування таких з'єднань потребує застосування спеціального обладнання.

3.2 Класифікація зварних швів

Конструктивно зварні шви поділяють на стикові, кутові і прорізні.

Стикові шви (рис. 3.1) застосовують для з'єднування елементів, які розміщені на одній площині. Такі шви створюють найменші концентрації напружень, проте при з'єднуванні елементів значної товщини, для забезпечення повного провару, потрібна додаткова обробка граней елементів.

Кутові шви формуються при наплавленні у кут між гранями елементів. Залежно від лінії дії зусиль вони поділяються на флангові, коли лінія дію зусилля паралельна шву, та лобові – коли дія лінії зусилля перпендикулярна шву (рис 4.2).

Кутові шви утворюють значні концентрації напружень.

Прорізні шви утворюються під час заповнення металом прорізів та отворів у з'єднувальних елементах. Це можуть бути елекрозаклепки, які утворюються через проплавлення наскрізь одного з елементів.

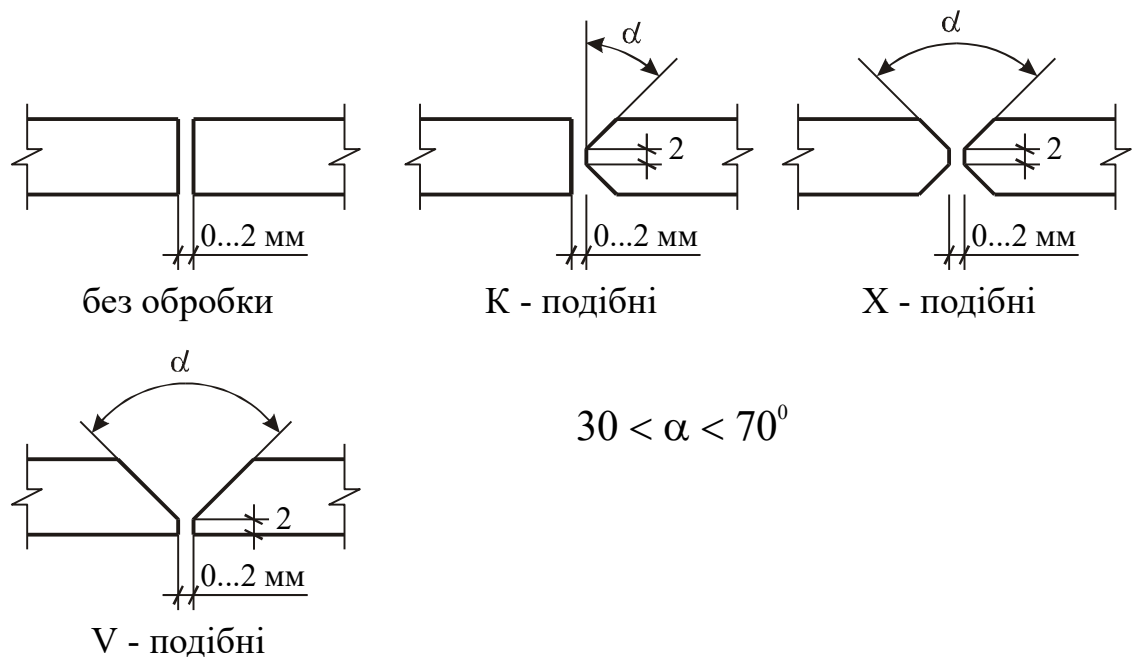


Рисунок 3.1 Види стикових швів

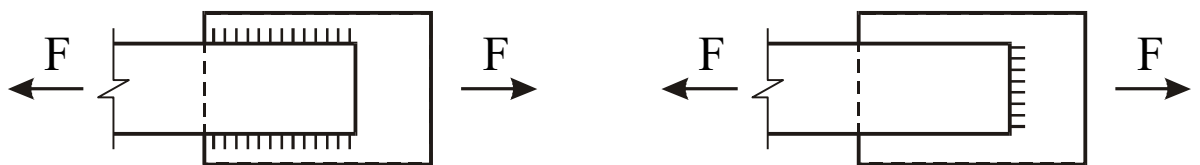


Рисунок 3.2. Фланговий то лобовий шов

За призначення шви поділяються на робочі, які передають зусилля близькі до їх несучої здатності, та конструктивні, які служать для фіксації елементів.

Протяжність швів характеризується суцільністю та переривчастю. Відносно положення у просторі під час зварювання шви поділяються на нижні, вертикальні і стельові (рис. 3.3).

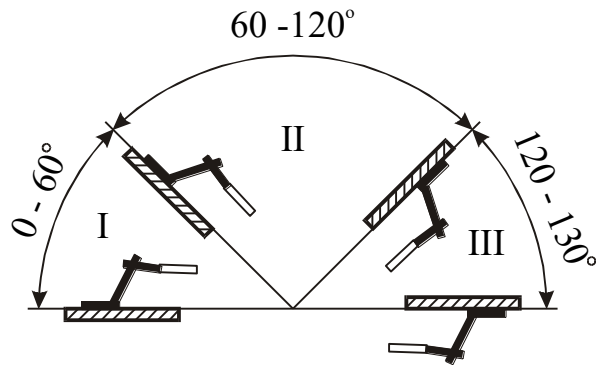


Рисунок 3.3. Положення шва у просторі. I- нижнє положення, II – вертикальне положення, III – стельове положення.

Розрізняють такі види з'єднань: стикові, таврові, з'єднання в напуск.

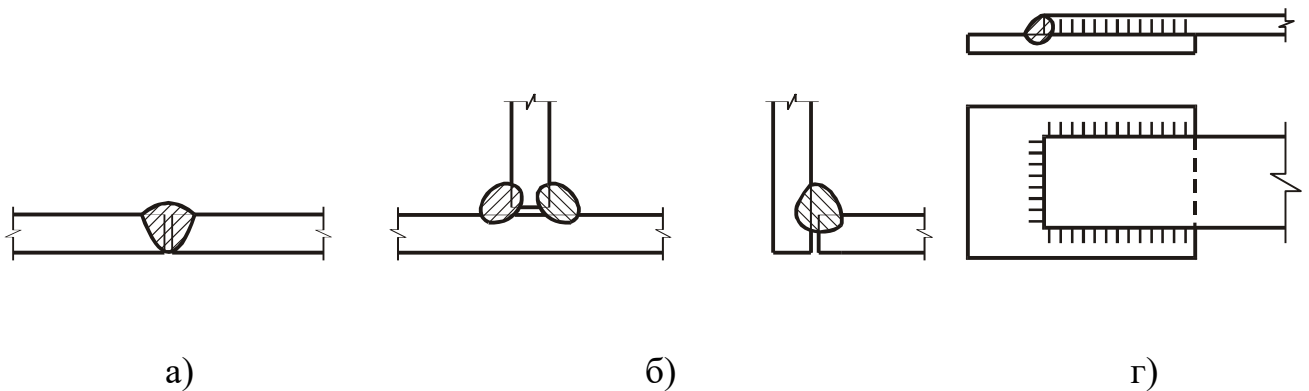


Рисунок 3.4. Види зварних з'єднань
а) стикове; б) таврове; в) в напуск

3.3 Класифікація видів зварок

Оскільки зварювальні з'єднання утворюються шляхом місцевого нагріву в зоні їх з'єднань, то у сучасному будівництві найчастіше застосовують електричні види зварювань. Основними зварками серед них є дугова та контактна зварка. Розрізняють три види дугової зварки:

1) автоматична зварка з допомогою флюсу. Цей вид зварювання є високовиробничий і економічно вигідний а також дає хорошу якість шва. Як правило, застосовується в масовому виготовленні конструкцій з великими швами;

2) напівавтоматична зварка з використанням флюсу. Застосовують для зварювання конструкцій з короткими переривчастими швами;

3) ручна зварка. Якщо інші види зварок не раціональні – тоді застосовується цей тип зварок. Він є мало виробничим типом. Якість шва залежить від досвіду і кваліфікації зварювальника.

Контактна зварка застосовується у серійному і масовому виробництві для накладання з'єднань тонкого листового металу або для стикових з'єднань круглого або полосового металу.

3.4 Болтові з'єднання

У будівництві використовують болти грубої і нормальної точності, підвищеної точності та високоміцні. Крім того, використовують спеціальні анкерні болти та самонарізні болти, які застосовуються для кріплення профільованого настилу до прогонів.

Болти грубої та нормальної точності використовують у монтажних з'єднаннях для фіксації елементів. Болти встановлюються в отвори діаметр який більший на 2-3мм. Отвори в металах формуються шляхом свердління або пробивання.

Там де діють великі зсувні зусилля, застосовуються болти підвищеної точності та високої міцності. Отвори болтів високої точності повинні відповідати такому ж самому діаметру як і болти, проте може бути і відхилення в межах +0,3 мм. Через таку особливість досягається щільний контакт між болтом та стінкою отвору.

Болти грубої, нормальної та підвищеної точності класифікують за класами: 4.6; 4.8; 5.6; 5.8; 6.6; 8.8; 10.9. Під час розрахунків першу цифру множать на 100 і

отримують приблизне позначення найменшого значення межі міцності (МПа), а добутком першого числа на друге, збільшеного у 10 разів значення межі текучості (МПа).

При встановленні болта грубої, нормальної та підвищеної точності завжди встановлюють під головку шайби. Якщо ж головка болта прилягає до похилої площини то під неї ставиться коса шайба.

Болти грубої, нормальної та підвищеної точності виготовляють з маловуглецевих сталей (наприклад, 20, 35Х, 40Х, 38ХА). Високоміцні болти виготовляють тільки з високоміцної сталі 40Х "селент", 35Х2АФ (леговані хромом, азотом, ванадієм). Такі болти застосовують у з'єднаннях, які працюють на зсув. Найчастіше використовуються болти діаметром 20, 24, 30 мм. і позначаються так: М20, М24, М30.

Анкерні (фундаментні) болти передають зусилля розтягу на фундамент. Діаметр анкерних болтів 12-140 мм. Виготовляються зі сталі марки ВСт3КП2, 09Г2С, 10Г2С1.

3.5 Робота та розрахунок болтів, що працюють на розтяг

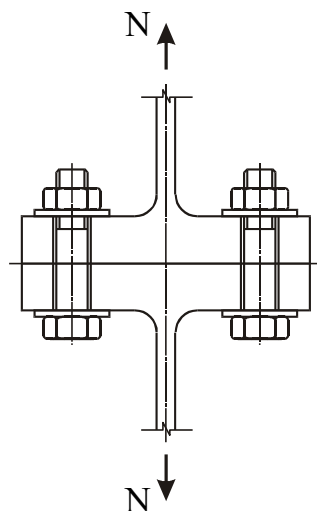


Рис. 3.5. Робота болтів на розтягування (симетричне з'єднання)

Там де діє робота на розтяг, використовують болти нормальної точності, а при великих зусиллях – високоміцні. Розрахункове зусилля, яке витримує один болт (або несуча здатність болта), обчислюється за формулою:

$$N_b = R_{bt} A_{bn},$$

де R_{bt} – розрахунковий опір матеріалу болта при розтягові;

A_{bn} – площа перерізу стержня болта нето яка визначена за діаметром якщо є різьба.

Значення параметру R_{bt} залежить від матеріалу з якого виготовлений болт (називається клас міцності) і обчислюються за формулами, вміщеними у нормативній документації.

Так для болтів класу 4.6, 5.6, 6.6 - $R_{bt}=0,42 R_{bun}$;

Для болтів класу 4.8, 5.8 - $R_{bt}=0,4R_{bun}$;

Для болтів 8.8, 10.9 - $R_{bt}=0,5R_{bun}$

(де R_{bun} – нормативний опір сталі болтів за межею тимчасового опору).

Числове значення розрахункового опору болта має бути менше від розрахункового опору сталі в конструкції. Це пов'язано з наявністю концентрацій напружень поблизу головки та різьби. Саме У цих місцях найчастіше відбувається руйнування болтів. Умовно приймається те, що розподіл розтягуючої сили між болтами рівномірний.

Для передачі розтягуючого зусилля N необхідна кількість болтів обчислюється за формулою

$$n = \frac{N}{N_b \gamma_c};$$

Отримане значення заокруглюють до більшого числа.

3.6 Робота та розрахунок болтів на дію зсувних сил

У з'єднаннях, де елементи зсуваються один відносно одного може бути зріз болта або зминання металу (рис. 3.6)

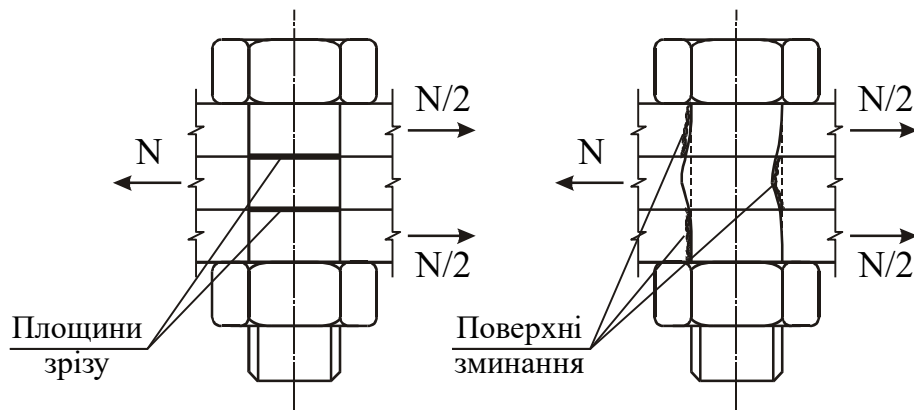


Рис. 3.6. Робота болтового з'єднання

У випадку зминання металу стержень болта згинається, що призводить до його зміни довжини. В такому випадку виникають великі розтягуючі зусилля. Руйнування тоді відбувається у результаті обриву головки або розриву стержня у місцях різьби болта, тобто там де є значна концентрація напружень.

Якщо товщина або міцність елементів невеликі, то у матеріалі з'єднаних елементів можуть розвиватися значні пластичні деформації. Це призводить до руйнування елементів з'єднання: болт розрізує метал елемента.

Несуча здатність одного болта визначається:

- за зрізом стержня – $N_b = R_{bs} \gamma_b A n_s$;

- за зминанням – $N_b = R_{bp} \gamma_b d \sum t$;

де R_{bs} , R_{bp} – розрахункові опори болта відповідно на зріз та зминання.

Розрахунковий опір болта на зріз залежить від класу болта і знаходиться згідно з формулами нормативної документації. Для класу 4.6 - $R_{bs}=150$ МПа, а для класу 10.9 - $R_{bs}=400$ МПа.

Розрахункові опори зминанню елементів R_{bp} залежать від тимчасового опору з'єднаних елементів та класу точності отворів під болти (болти підвищеної точності належать до класу точності А).

γ_b – коефіцієнт умов роботи з'єднання.

Для з'єднань елементів конструкцій одним болтом зі сталі з межею текучості до 285 МПа $\gamma_B=0,8$, вище 285 МПа $\gamma_B=0,75$.

Для багатоболтових з'єднань при класі точності А значення $\gamma_B=1,0$, в іншому випадку $\gamma_B=0,9$;

А – розрахункова площа стержня болта, обчислюється за його діаметром.
 n_s – кількість площин зрізу; d – діаметр болта; $\sum t$ – найменша сумарна товщина елементів, які змінюються в одному напрямку.

Кількість болтів у з'єднанні обчислюється за формулою:

$$n \geq \frac{N}{N_{\min} \gamma_c}$$
, де N_{\min} – менше із значень розрахункових зусиль для одного болта, знайдене з умов зрізу стержня або змінання.

3.7 Робота і розрахунок з'єднань на високоміцних болтах

У з'єднаннях на високоміцних болтах зсувні зусилля передаються не через зріз стержня болта (або через змінання), а за рахунок тертя між поверхнями з'єднаних елементів які стиснуті натягом болтів. В такому випадку несуча здатність болтів визначається силами тертя.

Розрахункове зусилля, яке може бути сприйняте однією поверхнею тертя визначається:

$$Q_{bn} = \frac{R_{bh} \gamma_b A_{bn} \mu}{\gamma_n},$$

де R_{bh} – розрахунковий опір матеріалу високоміцного болта розтягу; $R_{bh}=0,7 R_{bun}$; R_{bun} – найменший тимчасовий опір болта розриву, приймається залежно від діаметра різьби та сталі, з якої виготовлений болт; R_{bun} змінюється в межах 600 МПа до 1350 МПа; A_{bn} – площа болта нетто; γ_b – коефіцієнт умов роботи з'єднання (залежить від кількості болтів n, необхідних для сприйняття розрахункових зусиль): якщо $n < 5$ - $\gamma_b=0,8$; якщо $5 \leq n < 10$ - $\gamma_b=0,9$; якщо $n \geq 10$ - γ_b

$\gamma_n = 1,0$ – коефіцієнт надійності для з'єднання на високоміцних болтах (табл. значення); μ - коефіцієнт тертя.

На несучу здатність болтового з'єднання велику роль відіграє стан контактних поверхонь. Поверхні, які додатково не підготовлені, мають найнижчі значення коефіцієнта тертя ($\mu=0,25$). Після ретельної обробки поверхонь значення $\mu=0,58$. Таким чином зростає і несуча здатність конструкції. Значення коефіцієнта тертя залежно від обробки поверхонь мають табличні значення нормативної документації.

Кількість болтів які мають бути у з'єднанні, що знаходиться під дією зусилля зсуву, обчислюється за формулою

$$n \geq \frac{N}{Q_{bh} K \gamma_c}$$

де K – кількість поверхонь тертя

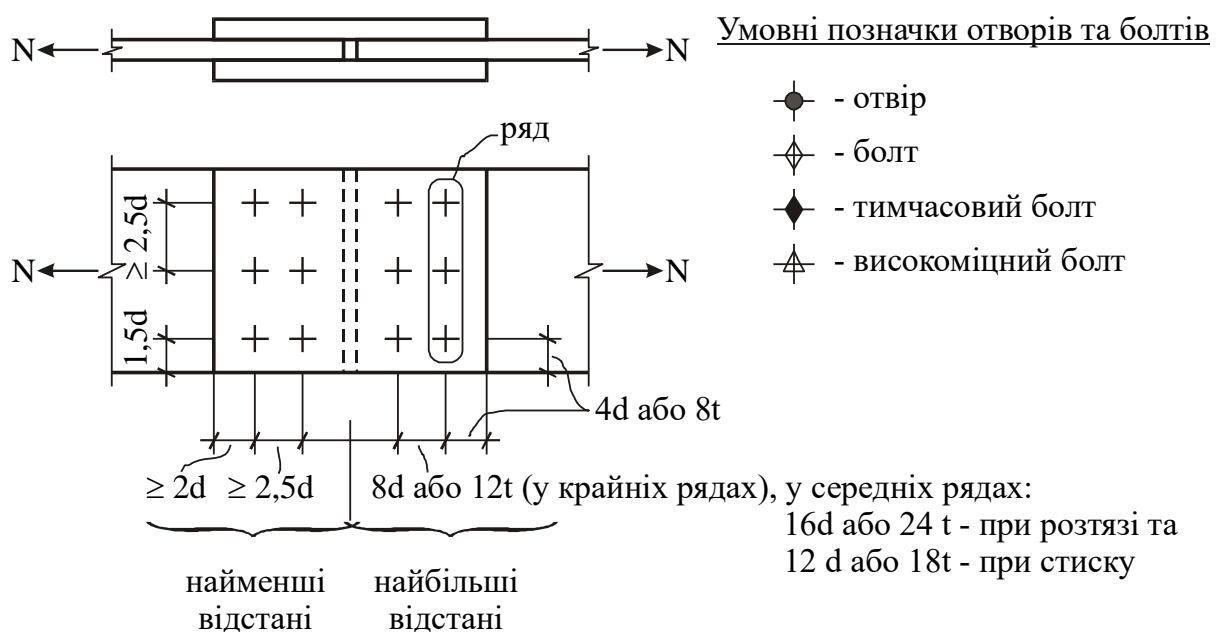
Натяг високоміцних болтів треба робити осьовим зусиллям $P = R_{bh} A_{bh}$
Перевірку міцності з'єднаних елементів, ослаблених отворами під болти, виконують при динамічних навантаженнях – за площею перерізу нетто A_n , а при статичних навантаженнях за площею бруто A , коли $A_n \geq A$, або умовною розрахунковою площею $A_c = 1,18 A_n$, якщо $A_n < 0,85A$.

Основні конструктивні вимоги вміщені у СНиП II-23-81 п.12.4-12.20.

На одному і тому ж конструктивному елементі слід використовувати болти однакового діаметра. Для уникнення розкручування болтових з'єднань встановлюються контргайки або пружинні шайби. Потрібно врахувати щоб з'єднання було б якнайбільш щільним. Щільність з'єднання перевіряють щупом товщиною 0,3 мм. Це пов'язано з тим виникненням корозії у щілинах. Для легких конструкцій рекомендуються діаметри болтів до 20 мм, для середніх 20-24 мм, важких – 24-30 мм.

Перепад поверхонь з'єднаних деталей не повинен перевищувати 0,5 мм. Це стосується і високоміцних болтів. При перепадах до 3 мм у найбільш товстій деталі створюють скіс механічною обробкою з нахилом 1:10. Перепади, більші 3 мм, заповнюють прокладками. Заданий проектом натяг високоміцних болтів забезпечується затягуванням гайок спеціальними ключами з контролем крутного моменту чи кута повороту ключа. Після контролю зусилля головки болтів фарбують, а з'єднання шпаклюють по контуру.

Розміщують осі болтів на орієнтовочних лініях паралельно та перпендикулярно до осі елемента. Відстань між центрами болтів вздовж центральних ліній називають кроком. Розміщення ліній для прокатних профілів чітко нормоване. Обмежується як найменша, так і найбільша відстань між осями болтів. Найменша відстань керується вимогами роботи інструментів та необхідністю уникнути руйнування елементів, якщо болт розташовується дуже близько до краю елемента. Найбільші відстані керуються вимогами забезпечення щільності з'єднання та стійкості елементів при стиску. У монтажних з'єднаннях, де болти виконують роль лише фіксації конструкції, відстані між ними приймаються максимальними. У стиках та вузлах слід розміщувати болти на мінімальних відстанях - це дає змогу зменшити розміри накладок.



У кріпленнях одного елемента до іншого через проміжні прокладки, при односторонніх накладках кількість болтів збільшується порівняно з розрахунком на 10%. Прив'язки ліній і кроків мають бути кратними 5 мм.

3.8 Розрахунок з'єднань на болтах під дією різних силових факторів

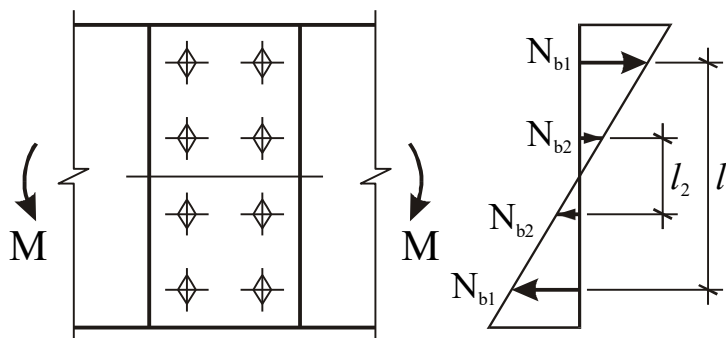


Рисунок 3.8 Дія згинального моменту

Під дією згинального (рис. 3.8) моменту зусилля у болтах розподіляються пропорційно відстаням від центра ваги з'єднання до осей болтів. Найбільші сили діють у більш віддаленіших болтах. Кожна пара болтів, симетричних відносно центра, сприймає частину згинального моменту: $M_i = N_{bi}l_i$

Повний момент який сприймають всі болти:

$$M = m \sum_{i=1}^k N_{bi} l_i$$

де m – кількість рядів; k – кількість пар болтів відносно центра.

Зусилля у будь-якому болті

$$N_{bi} = N_{b1} \frac{l_i}{l_1}; \quad M = m \sum_{i=1}^k \frac{N_{b1} l_i^2}{l_1} = m N_{b1} \frac{\sum_{i=1}^k l_i^2}{l_1}; \quad N_{b1} = N_{\max} = \frac{M l_1}{m \sum_{i=1}^k l_i^2}$$

Умова міцності з'єднання може бути сформована так:

$$N_{\max} \leq N_b,$$

де N_b – несуча здатність болта прийнята за меншим зі його значень.

При дії поперечної сили Q спрощено вважають, що зусилля у болтах розподіляються рівномірно. Таким чином, зусилля, що діє на один болт визначається:

$$N_Q = \frac{Q}{n},$$

де n – кількість болтів у з'єднанні.

Несуча здатність

$$N_Q \leq N_b$$

При одночасній дії на з'єднання осьової сили N , поперечної сили Q та згинального моменту на болти діють сили відповідно N_N , N_Q , N_M (рис. 3.9).

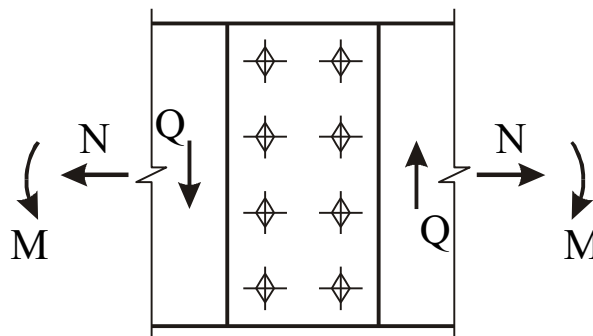


Рисунок 3.9 Одночасна дія осьової та поперечної сили

Найбільше значення рівнодійної сили N_{red}

$$N_{red} = \sqrt{(N_N + N_M)^2 + N_Q^2} \leq N_b$$

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Оціночна характеристика ризиків

Трудова діяльність людини супроводжується потенційною небезпекою, яка може призвести до травматизму, захворювання та інших негативних наслідків. Травматизм і захворювання на виробництві не тільки завдає багато горя та страждань конкретним людям, їх рідним та близьким, а й негативно впливає на економічні показники. Виробничий травматизм і захворювання спричиняє величезні суспільні втрати. За даними Міжнародного бюро праці щорічно в світі реєструється близько 270млн. нещасних випадків пов'язаних з трудовою діяльністю людини і близько 160 млн. професійних захворювань. Ризик отримати виробничу травму в Україні в 5-8 разів вищий в порівнянні з розвинутими країнами. В умовах що не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, працює близько 3,4 млн. чоловік. 40-50% становить забезпечення засобами індивідуального захисту, 850 тис. машин, механізмів і транспортних засобів не відповідають вимогам техніки безпеки. Більше 10 тис. виробничих приміщень та споруд перебувають в аварійному стані.

Тривалий період роботи в шкідливих умовах може спричинити професійне захворювання. Основною причиною погіршення стану безпеки й охорони праці є економічна ситуація, яка утруднює вирішення ряду важливих проблем. До них можна віднести:

1. Повільна заміна морально та фізично застарілого обладнання через зниження інвестування в покращення та оновлення технічних засобів;
2. Зменшення а то і припинення фінансування засобів які забезпечують безпеку і охорону праці;
3. Незадовільна підготовка працюючих та керівників з питань охорони праці;
4. Відсутність контролю за станом безпеки та виконання встановлених правил та норм;

5. Недостатня забезпеченість працівників засобами індивідуального захисту;
6. Повільне впровадження методів колективної безпеки;
7. «зношеністю» технічних засобів.

З економічної точки зору набагато краще вкладати кошти в охорону праці ніж на постійну ліквідацію негативних наслідків.

4.2 Аналіз травматизмів

Негативна дія факторів у робочому середовищі може призвести до виробничого травматизму чи професійного захворювання. Травмою називають порушення анатомічної цілісності організму людини, або порушення функцій у результаті дії факторів виробничого середовища.

Травматизм класифікують за такими ознаками:

- Ступінь зв'язку з виробництвом (це можуть бути випадки пов'язані з робочим процесом і не пов'язані з робочим процесом);
- Число потерпілих (це може бути один окремий випадок чи група)
- Ступінь важкості травми (випадки зі смертельним результатом чи без нього);
- Характер ушкодження (це може бути механічне, термічне, електричне тощо)

Часто травму відносять до наслідку нещасного випадку. Нещасним випадком під час робочого процесу називають обмежену в часі подію або раптову дію на працівника небезпечного виробничого чинника або середовища, яка відбулась під час виконання працівником свого трудового обов'язку, в наслідок чого сталася шкода або настав летальна подія.

Наслідком дій негативного виробничого фактору може бути і професійне захворювання. Професійним захворюванням називають захворювання яке виникло як наслідок професійної діяльності , що обумовлено дією шкідливих

речовин разом з певними видами робіт та іншими чинниками, пов'язаними з роботою працівника.

Аналізуючи професійні захворювання та травматизми дозволяє виявляти причини та встановлювати закономірності їх виникнення. На основі цього розробляються певні заходи та створюються засоби щодо профілактики виробничого травматизму і професійної захворюваності. Під час аналізу виробничого травматизму застосовують такі основні методи:

- Статичний – заснований на аналізі актів за формою Н-1 та листів непрацездатності;
- Груповий – є різновидом статичного методу але включає в себе аналіз актів за формою Н1 та листів непрацездатності. Проводиться оцінка повторюваності нещасних випадків не залежно від ваги ушкодження;
- Топографічний – вивчення причин нещасних випадків;
- Економічний – вивчення та аналіз втрат, що викликані виробничим травматизмом та професійним захворюванням. Аналіз ефективності фондів охорони праці, при чому з визначенням стратегії інвестуванням в засоби на заходи щодо охорони праці;
- Монографічний - детальне дослідження та вивчення всього комплексу умов праці. Результатом такого дослідження є виявлення причин нещасних випадків які сталися або можуть призвести до нещасних випадків;
- Ергономічний – комплексне вивчення системи «людина-машина-виробниче середовище» з урахуванням психологічних, фізіологічних та особистих якостей людини;
- Мережеве моделювання – застосовується в той час коли нещасний випадок був викликаний декількома причинами. Складається повна картина дій від початку до закінчення дії негативних факторів.

- Спостереження – огляд місця події, вимірювання, фізико-хімічні дослідження (проведення випробувань обладнання, замір фізичних характеристик, визначення концентрації шкідливих речовин тощо)
- Анкетування – створення опитувальника для потерпілих. На основі цих даних роблять висновки про причини та створюють заходи щодо охорони праці;
- Експертна оцінка – винесення суджень на основі узагальненого досвіду та інтуїції фахівців, експертів, з питань охорони праці.

Основні причини виробничого травматизму і професійних захворювань можна встановити тільки після ретельного вивчення причин їхнього виникнення.

Причини нещасних випадків поділяються на два класи:

- Причини що сформували небезпечну зону
- Причини які обумовили присутність людини у цій небезпечній зоні

Аналізуючи з наукової точки зору та на основі системних підходів причини нещасних випадків можна розділити на групи:

а) організаційні – недостатній рівень навчання працівників, недостатній рівень контролю за дотриманням правил з техніки безпеки. Це можна назвати як недоліки в організації робіт на всіх ділянках робіт.

б) санітарно-гігієнічні. Наприклад, недостатній рівень освітленості приміщення, висока запиленість повітря та ін..

в) технічні – несправність чи відсутність технічних засобів та їх елементів, що забезпечують безпеку та задовільний стан стаціонарних об'єктів (наприклад: відсутність огорожі, відсутність блокувальних засобів тощо);

г) економічні – виробничо-економічні та соціально-економічні;

д) ергономічні – невідповідність параметрів машин, технологічних процесів, фізіологічним та психологічним характеристикам людини;

- е) природні – прояв непрогнозованих і некерованих природних явищ і процесів;
- ж) антропогенні – недоліки, що властиві людині як біологічному виду або окремій особистості.

4.3 Профілактика травматизму і професійних захворювань

Враховуючи вище вказані причини травматизму визначені основні напрямки профілактики травматизму і професійних захворювань. Слід сюди віднести і фізичну стомлюваність працюючих та підвищення їх продуктивності праці.

Заходи щодо профілактики травматичних ушкоджень поділяють на технічні, санітарно-виробничі, медико-профілактичні, організаційні. До технічних заходів відносять механізацію та роботизацію виробництва, модернізацію технологічного обладнання, перепланування розміщення обладнання, впровадження автоматичного та дистанційного керування випробувальним обладнанням. Санітарно-виробничі заходи включають створення та використання пристроїв які захищають працівників від дії електромагнітних випромінювань, пилу, газів, шуму тощо. Також сюди відноситься влаштування нових та реконструкція нових вентиляційних систем та систем кондиціонування. До санітарно-виробничих заходів відносять і реконструкцію та переоснащення душових, гардеробних та інших приміщень. Медико-профілактичні заходи передбачають організацію профілактичних медичних оглядів. До організаційних заходів відносять інструктаж, навчання, з охорони праці, виробничої санітарії, пожежної безпеки, професійний підбір кадрів для здійснення контролю за дотриманням правил безпеки.

Як показує статистика, більшість нещасних випадків соціально зумовлені або є наслідками психофізіологічних якостей і особистісних особливостей працівників, які здійснюють трудову діяльність. Соціальні та особистісні фактори впливу на охорону праці охоплюють широке коло питань, форм і методів роботи. Враховуючи індивідуальні особистісні відмінності дає велике значення для

формування трудових колективів. Розуміння закономірностей у взаємодії працівників дозволяє створити умови сприятливого психологічного клімату та створити в колективі єдину установку з додержання заходів безпеки. Формування у працівників правильних праце охоронних стосунків, поглядів чи переконань створює умови зниження рівня травматизму під час здійснення трудової діяльності.

4.4 Гігієнічна оцінка умов праці

Основною метою оцінки умов праці є визначення відповідності факторів середовища і трудового процесу чинним санітарним умовам (нормам). Гігієнічною оцінкою умов праці також є визначення можливих наслідків перевищення норм здоров'я працівників для здійснення соціально-гігієнічного моніторингу умов праці, та розробки організаційних, технологічних, технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на профілактику виникнення професійних та професійно обумовлених захворювань, соціальний захист працюючих у шкідливих умовах праці.

Санітарно-гігієнічні дослідження умов праці та оцінка проводиться в різних організаціях чи установах де може бути різне, обладнання, сировина, матеріали та ін. які є джерелом шкідливих та небезпечних факторів, напруженості та важкості праці.

Гігієнічна оцінка проводиться шляхом порівняння виробничих факторів з нормативними. Розрізняють такі показники гігієнічних характеристик за показниками шкідливості: шкідливі хімічні речовини, пил у повітрі, біологічні фактори, вібрація, інфра та ультразвук, іонізація випромінювання, неіонізуюче випромінювання, освітленість робочого місця, мікроклімат, тяжкість та напруженість ручної праці.

4.5 Загальні вимоги до технічного обладнання та процесів

Основними вимогами безпеки до устаткування є:

- безпека для здоров'я людини і її життя на всіх стадіях функціонування;
- надійність експлуатації стенду;
- зручність експлуатації;
- безпека навколишнього середовища (працюючи на випробувальному обладнанні не повинно відбуватися забруднення навколишнього середовища)

Безпека випробувального стенду забезпечується:

- вибором безпечних принципів дії, та елементів конструкції;
- застосування в конструкції стенду засобів механізації, автоматизації шляхом дистанційного керування;
- застосуванням засобів захисту у конструкції
- забезпеченням виконання ергономічних вимог;
- застосуванням в конструкції відповідних матеріалів.

Дотримання таких вимог в повному обсязі можливо на стадії проектування. Відповідно до випробувального стенду повинні бути передбачені вимоги безпеки. Ці вимоги повинні розміщуватися в технічному завданні під час проектування випробувального стенду. Враховуючи принцип дії стенду потрібно врахувати всі потенційно шкідливі та небезпечні виробничі чинники. Для прикладу можна навести вибір елементів які працюють від високим навантаженням. На етапі проектування конструкції розраховують на міцність вузли конструкції враховуючи динамічні та статичні навантаження.

Застосування у випробувальному стенді засобів механізації та автоматизації дозволяє суттєво знизити рівень травматизму. Як приклад, в даному випробувальному обладнанні застосовується огорожувальна сітка навколо

випробувального пресу. Це дозволяє знизити ризик травмування особи яка проводить випробування, під час руйнування зразка.

Дистанційне керування випробувальним процесом дозволяє знизити ризик ушкодження оскільки систему дистанційного керування можна розмістити віддалено від небезпечної зони.

За класифікацією, в якості засобів захисту використовують:

- огорожувальні;
- запобіжні;
- гальмові засоби;
- засоби автоматичного контролю і сигналізації;
- знаки безпеки;
- дистанційне керування.

Клас засобів захисту які перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону називають огорожувальним пристроями. Огорожувальні пристрої застосовують для ізоляції систем приводів машин. Огорожують також робочі зони де працюють працівники. Конструктивні рішення огорожувальних пристроїв є різні.

Для автоматичного відключення випробувального обладнання під час відхилення будь-якого параметру застосовують запобіжні захисні засоби. За характером їх поділяють на блокувальні та обмежувальні. Блокувальні пристрої забезпечують перешкоджання попадання людини в небезпечну зону під час проведення випробування. Обмежувальні пристрої застосовуються для термінового припинення дії потенційно небезпечного фактора.

До таких засобів автоматичного контролю відносять прилади які вимірюють тиск, температуру, статичні та динамічні навантаження, концентрацію пари в повітрі та газів тощо.

4.6 Виробнича санітарія

4.6.1 Освітлення.

Раціональне освітлення випробувальних лабораторій і робочих місць в них – одне з основних питань охорони праці. Хороше освітлення покращує санітарно-гігієнічні умови праці, попереджає ризик травмуванню, спричиняє високу продуктивність праці. Кількість світла на одиницю поверхні виражається в умовних одиницях – люксах. Для вимірювання освітленості застосовують спеціальні прилади – люксметри. Норми штучного освітлення регламентуються нормативними документами – Будівельними нормами. Штучне освітлення може бути як загальним (забезпечується люмінесцентними або LED лампами з певними правилами розміщення світильників), так і комбінованим (загальне освітлення поєднується з комбінованим). В нашому випадку застосовується загальне освітлення.

З метою безпеки важливим є створення гарного освітлення в зону розміщення випробувального стенду. Поряд і з загальним освітленням в даній зоні потрібно встановити освітленість в районі силової установки не меншу 500-600 лк. Загальна освітленість приміщення повинна бути не менша 150-200 лк.

4.6.2 Вентиляція та опалювання

Для забезпечення нормованих кліматичних умов у випробувальних лабораторіях, крім комплексу технологічних заходів, які дозволяють зменшити кількість шкідливих речовин, необхідно забезпечити якісну вентиляцію приміщення. У випробувальних лабораторіях встановлюють припливно-витяжну систему вентиляції. За допомогою вентиляції можна контролювати температуру, вологість і чистоту повітря. Оптимальною температурою повітря в приміщенні

вважається температура 19-22 °С. Відносна вологість в межах 60-70%, швидкість руху повітря не більше 0,2-0,5 м/с.

Біля випробувального стенду потрібно встановити загальнообмінну витяжку. Оскільки випробувальні зразки можуть виділяти шкідливі речовини або ж може в повітрі підніматися дрібні частки випробувального матеріалу що може спричинити негативні наслідки для організму людини. Особливу увагу потрібно приділити припливній вентиляції. Додаткова припливна вентиляція дозволяє підвищити якісь повітря.

Розрізняють природну і штучну вентиляцію. Природна вентиляція утворюються шляхом дії вітрового та теплового потоків внаслідок різної щільності повітря ззовні і всередині приміщення. Природна вентиляція поділяється на організовану і неорганізовану. Організована створюється аерацією або дефлекторами. Неорганізована відбувається внаслідок нещільності конструкції приміщення (вікна, двері, тощо).

Штучна вентиляція створюється за рахунок роботи спеціальних вентиляторів. Її робота, як було вже вказано, палягає в нагнітанні повітря в приміщення або витягування повітря з приміщення. За призначенням її поділяють на загально обмінну, яка забезпечує кондиціювання всього приміщення та місцеву яка забезпечує кондиціювання окремого робочого місця. В нашому випадку це зона розміщення випробувального стенду.

Основними показниками у вентиляційних системах є повітрообмін – кількість повітря, яку потрібно надавати приміщенню та витягати, та кондиціювання – створення в закритих приміщеннях певних параметрів повітряного середовища по температурі, вологості, чистоти складу, швидкості руху і тиску повітря.

4.7 Пожежна безпека

Пожежа в лабораторних приміщеннях, обладнаних випробувальним обладнанням для визначення механічних властивостей матеріалів є рідкісним явищем, проте при виникненні вона може призвести до великого матеріального збитку та людських жертв. Причиною пожежі може бути порушення в роботі електронного обладнання дистанційного керування. Це може бути викликано, наприклад, несправністю електропроводки у системах дистанційного керування, або ж недотриманням вимог правил безпеки при поводженні з електронобчислювальними приладами.

Пожежна безпека повинна забезпечуватися:

- системою запобігання пожежі;
- системою пожежного захисту.

Система запобігання пожежі розробляється на кожен конкретний об'єкт в розрахунку, що нормативна відповідність виникнення пожежі приймається рівної не більше 0,000001 у рік розраховуючи на окремий пожаронебезпечний елемент об'єкту.

Безпека людей повинна забезпечуватися на будь-якому місці випробувальної лабораторії при виникненні пожежі. Пожежна профілактика зводиться до регулярного періодичного контролю та перевірки стану електропроводки, стану її захисних оболонок, кріплення електропроводки у визначених місцях прокладання тощо. В приміщенні повинна постійно працювати витяжна вентиляція.

Запобігання поширенні пожежі повинне забезпечуватися пристроями відключення і перемикачів апаратної частини обладнання та систем комунікацій. Пожежогасіння повинне забезпечуватися електронним засобами швидкого реагування на займання. В приміщенні повинні бути розміщені у, визначених нормативною документацією, місцях засоби пожежогасіння такі як вогнегасники,

азбестові й грубошерстні полотна, ящики з піском, бочки з водою і т.п. В приміщенні повинні забезпечуватися засоби подачі води для пожежогасіння.

Перед початком проведення випробування, працівник повинен переконатися в тому, що випробувальний стенд та електронно-цифрове обчислювальне обладнання надійно заземлено, тобто по всій видимій частині елементів заземлення немає пошкоджень в контактних з'єднаннях.

4.8 Види інструктажу по техніці безпеки

Існують такі види заходів кваліфікованих інструктажів щодо зниження травматизму:

- ввідний;
- на робочому місці;
- періодичний;
- плановий і поточний.

Ввідний інструктаж зобов'язані проходити працівники, які вперше поступили на роботу, а також ті які проходять виробничу практику. Згідно цього інструктажу проводиться ознайомлення з правилами техніки безпеки, ознайомлення з внутрішнього розпорядку роботи випробувальної лабораторії, основними причинами нещасних випадків і порядком надання первинної медичної допомоги.

Інструктаж на робочому місці проходять інженери випробувальних лабораторій які знову вступили в установу або були переведені з інших місць роботи або працівники які проходять виробничу практику. Основним завданням такого інструктажу є ознайомлення з правилами техніки безпеки безпосередньо на робочому місці та інструктаж з індивідуальними засобами захисту.

Періодичний інструктаж потрібно проводити з метою перевірки знань і умінь працівника щодо застосувань навиків та умінь які вони отримали після проходження попередніх видів інструктажів.

Заплановані інструктажі проводять на робочому місці при змінні устаткування чи технологічного процесу або після нещасних випадків через недостатність попереднього виду інструктажів.

Поточний інструктаж проводять після встановлення порушень правил техніки безпеки та інструкцій по техніці безпеки. Також такий інструктаж проводять при виконанні робіт по допуску-наряду.

Проведення інструктажів на робочих місцях покладається на керівників відділів або робочих ділянок. У випробувальних лабораторіях повинна бути заведений журнал обліку проведення інструктажів. Додатково проводять спеціальні навчальні курси з техніки безпеки для осіб, умови роботи яких належать до категорії підвищеної небезпеки.

4.8.1 Інструкція з пожежної безпеки для лабораторії

1. Загальні положення

1.1 Лабораторне приміщення призначене для проведення в них дослідів і інших робіт, пов'язаних з використанням випробувального обладнання і матеріалів підвищеної пожежної безпеки.

1.2 На кожне лабораторне приміщення розробляється технічний паспорт, який повинен бути затверджений керівником установи, який передбачає норми освітленості приміщення та обладнання, залежно від характеру робіт що проводяться в лабораторії.

1.3 Схема розташування обладнання і випробувальних матеріалів, оформляється наочно або зберігається в окремій папці в місці, яке є доступним кожному працівнику.

2. Працівники лабораторії зобов'язані

2.1 Приміщення повинно своєчасно звільнятися від горючих випробувальних матеріалів після їх випробування, а також елементів цих матеріалів після випробування і утримуватися в чистоті.

2.2 Випробувальне обладнання яке розміщене в лабораторії застосовувати тільки по прямому його призначенню.

2.3 До прибуття в приміщення перевірити справність усіх приладів, джерел електрозабезпечення. В разі виникнення несправності негайно повідомити керівника або відповідальну особу і діяти відповідно до їх розпоряджень.

2.4 При проведенні випробувальних робіт суворо дотримуватись методик та правил дотримання техніки безпеки на кожен електроприлад.

2.5 Після закінчення випробувальних робіт ретельно перевірити приміщення, знеструмити всі електричні прилади та обладнання а також всі освітлювальні прилади.

2.6 Знати розміщення первинних засобів пожежогасіння та вміти ними користуватися.

У випробувальному приміщенні забороняється:

3.1 Перекривати евакуаційні виходи особистими речами, меблями, устаткування та іншими предметами.

3.2 Користуватися саморобними технічними засобами чи приладами електронагрівання в не обладнаних для цього місцях.

3.3 Користуватися відкритими джерелами вогню

3.4 Застосовувати в приміщенні легкозаймисті синтетичні та інші матеріали які можуть виділяти токсичні речовини під час горіння.

3.5 Палити у випробувальних приміщеннях.

Дії в разі виникнення пожежі

4.1 негайно повідомити пожежну охорону по телефону та керівний склад випробувальної лабораторії.

4.2 Вжити заходи щодо евакуації людей, майна, гасіння пожежі первинними засобами гасіння. При неможливості виконати вказані дії – вийти з приміщення, щільно закрити двері і діяти відповідно до розпоряджень керівника.

4.4 Повідомити керівний склад та адміністрацію випробувальної лабораторії про виникнення пожежі.

4.5 Перед тим як приступити до гасіння пожежі, знеструмити всі прилади, обладнання, вентиляцію.

Обов'язки відповідального за пожежну безпеку в приміщеннях

5.1 Особисто перевірити приміщення випробувальної лабораторії при відкриванні та закритті приміщення з метою виявлення порушень правил пожежної безпеки.

5.2 Здійснювати контроль за дотриманням всіма працівниками випробувальної лабораторії норм і правил пожежної безпеки і при виявленні порушення звітувати про це керівникові.

5.3 Після закінчення роботи здійснити перевірку приміщення на предмет виявлення можливостей виникнення загоряння (пожежі) в неробочий час.

5.4 При залишенні робочого місця раніше всі інших працівників. Призначити з їх числа відповідальну особу за виконання даних заходів.

6. Відповідальність за порушення вимог пожежної безпеки

Особи, відповідальні за пожежну безпеку випробувальної лабораторії в залежності від ступеня тяжкості утворених наслідків пожежі та інших порушень правил техніки пожежної безпеки, притягуються до дисциплінарної,

адміністративної, матеріальної відповідальності, а у випадках передбачених чинним законодавством – до кримінальної відповідальності.

4.8.2 Інструкція з охорони праці при роботі з випробувальним стендом

1. Загальні положення

1.1. Дія інструкції поширюється на працівників які проводять випробувальні роботи із застосуванням випробувального стенду, а також працівники з обслуговуючого персоналу випробувального стенду.

1.2 До проведення робіт на випробувальному стенді допускаються особи вік яких становить не менше 18 років, які пройшли вступний та первинний інструктаж з питань охорони праці та пожежної безпеки і володіють знаннями про безпечні методи проведення випробувань на цьому обладнанні.

1.3 Працівники повинні кожні три місяці проходити повторні інструктажі з питань охорони праці, а при виконанні разових робіт, що безпосередньо не пов'язані із посадовими обов'язками або обов'язками за спеціальністю – цільовий інструктаж відповідно до характеру виконувальної роботи.

1.4 Перед виконанням випробувальних робіт на випробувальному стенді пов'язаних з експлуатацією електрообладнання, працівник повинен пройти інструктаж з техніки електробезпеки та один раз на рік проходити перевірку знань з техніки безпеки.

1.5 Кожен працівник який виконує свої трудові обов'язки повинен:

- виконувати тільки ту роботу, яка передбачена посадовими та робочими інструкціями, або доручена керівником;

- дотримуватися правил трудового розпорядку у випробувальній лабораторії;

- знати будову та принцип роботи випробувального стенду;
- дбати про особисту безпеку і здоров'я та безпеку і здоров'я оточуючих осіб які перебувають під час випробувальних робіт в приміщенні лабораторії;
- знати і виконувати вимоги правила пожежної безпеки, знати місця розміщення первинних засобів пожежогасіння а також вміти ними користуватися;
- знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, вимоги санітарно-гігієнічних норм і правил, вміти надавати первинну медичну допомогу;
- використовувати передбачені засоби колективного та індивідуального захисту

1.6 Палити та приймати їжу дозволяється лише у спеціально відведених для цього місцях.

1.7 До основних шкідливих виробничих факторів за певних обставин можуть призвести до травматизму чи професійних захворювань є такі:

- підвищена напруга електричної мережі;
- частини механічного обладнання які можуть рухатися або обертатися, а також випробувальні зразки над якими проводиться випробування;

1.8 Працівник зобов'язаний безкоштовно отримати спецодяг, спецвзуття, та засоби індивідуального захисту відповідно до діючі Типових галузевих норм чи норм згідно Колективного договору.

1.9 працівник має право відмовитися від виконання робіт при умові що ці роботи становлять загрозу його здоров'ю, життю або здоров'ю чи життю інших осіб і що ці роботи суперечать вимогам нормативних актів з охорони праці.

1.10 За порушення вимог цієї інструкції працівник несе адміністративну, дисциплінарну відповідальність та карну відповідальність згідно діючого законодавства України.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1 Працівник перед початком проведення випробувальних робіт повинен:

- одягнути та привести до ладу передбачений для виконання таких робіт спецодяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту;
- оглянути і привести в належний стан робоче місце, прибрати зайві предмети та обладнання яке не застосовуватиметься під час проведення роботи;
- оглянути інструмент, інвентар, технічні засоби і перевірити їх справність;
- переконатися у достатній освітленості робочого місця; можливе застосування додаткового переносного освітлення при умові що напруга обладнання переносного освітлення не перевищує 42В.

2.2 Гідравлічні циліндри повинні жорстко бути закріпленні до рамної установки згідно технічної документації;

2.3 Рамна установка та каркас випробувального стенду не повинен мати тріщин, механічних ушкоджень та відхилів згідно технічної документації;

2.4 Усі болтові з'єднання повинні бути міцно затягнуті; тріщини та механічні ушкодження болтових з'єднань не допускаються;

2.5 манометри та тензодатчики повинні бути справними та неушкодженими;

2.6 Робоча зона в бік проходів або в сторону іншого обладнання повинна бути відгороджена захисним екраном;

2.7 Гідравлічні шланги не повинні мати ушкоджень і надійно бути з'єднані на штуцерах;

2.8 Гідроциліндр не повинен пропускати робочу рідину через ущільнення.

2.9 Електричні кабелі не повинні мати ушкодження.

2.10 При виявленні загрози виникнення небезпечності проведення випробування, необхідно повідомити про це безпосередньо керівнику і до роботи не приступати. Дозволяється приступати до роботи тільки після повного усунення виявлених недоліків.

3. Вимоги безпеки під час роботи

3.1 Під час виконання роботи працівник повинен:

- бути уважним, не відволікатися на сторонні справи та розмови та не відволікати інших працівників;

- постійно підтримувати чистоту та порядок на робочому місці, тримати у чистоті всі вузли і механізми випробувального стенда;

- стежити за справністю роботи електрообладнання та електроприводів; у разі раптового припинення подачі електроенергії, випробувальний стенд відключити від електромережі;

- слідкувати за справністю в роботі всіх контрольно-вимірювальних приладів та електронно-обчислювальної техніки; при виявленні несправностей необхідно вжити заходів щодо зупинки випробувального стенду та повідомити про це керівника;

- слідкувати за тим, щоб не було витоків робочої рідини в місцях приєднання шлангів;

3.2 Під час проведення випробування стежити за поведінкою випробувального зразка для уникнення перекосів, зміщень які можуть призвести до виходу з ладу випробувального стенду;

3.3 Забороняється:

- допускати до випробувального стенду сторонній осіб, або осіб які не пройшли інструктаж з техніки безпеки;
- проводити регулювання чи ремонт обладнання випробувального стенду під час роботи стенду;
- працювати на несправному випробувальну пресі або з несправним обладнанням випробувального стенду;
- працювати з несправними контрольно-вимірювальними приладами та гідравлічною магістраллю;
- доторкатися до рубильників та іншого електроустаткування без гумових рукавичок;
- здійснювати навантаження випробувальних зразків більшими ніж допустимі навантаження згідно нормативної документації;
- перевищувати навантаження від допустимих згідно технічних характеристик випробувального стенду;
- проводити випробування зразків які перевищують допустимі розміри та вагу ніж допустимі розміри та вага вказана в технічних характеристиках випробувального стенду;
- залишати випробувальний стенд, коли він працює, без нагляду.

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1 Вимкнути устаткування випробувального стенду. Закрити вентилі на масляних магістралях.

4.2 Привести робоче місце в належний стан, зібрати та перенести у спеціально відведенні місця залишки випробувального зразка.

4.3 Ретельно протерти випробувальне обладнання та інструменти від пилу та бруду.

4.4 Зняти спеціальний одяг, спецвзуття та засоби індивідуального захисту та помістити їх у спеціально відведені для них місця для зберігання.

4.5 Вимити руки, обличчя, при необхідності прийняти душ, перевдягнутися у чистий одяг.

4.6 Доповісти керівнику про виявлені під час роботи проблеми та недоліки.

5.Вимоги безпеки у аварійних ситуаціях

5.1 В процесі роботи можуть виникнути наступні аварійні ситуації:

- загоряння обладнання або матеріалів, виникнення пожежі;
- пошкодження ізоляції електрообладнання;
- розрив або руйнування частин механізмів чи рамної установки;
- виліт випробувальних матеріалів або їх частинок з під робочої силової зони;
- вихід з ладу вимірювального обладнання або електронно-обчислювальних пристроїв

5.2 У разі виникнення аварійної ситуації необхідно

- відгородити небезпечну зону і не допускати потрапляння в неї сторонніх осіб; якщо ж обставини які виникли не загрожують здоров'ю та життю інших осіб і не призведе до більш важки наслідків, залишити їх в такому стані якому вони були на момент настання події, для проведення розслідування та встановлення причин виникнення аварійної ситуації;

- повідомити про це керівника;
- у випадку виникнення пожежі приступити до її ліквідації; якщо ж своїми силами не вдається погасити пожежу – негайно викликати пожежну частину;

5.3 У разі настання нещасного випадку:

- негайно звільнити потерпілого від вражаючого фактору;
- перенести в безпечне місце;
- визначити стан потерпілого та надати першу медичну допомогу

5.4 Під час ліквідації аварії чітко виконувати вказівки керівника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. European Recommendation for Sandwich Panels (CIB 200). Part 1: Design/ Rotterdam. 200 – 168p.
2. Анализ характера деформирования и разрушения трехслойных стеновых панелей серии «Алютерм» / Е.А. Петрова. // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Випуск 151 (2015) – С.26-43
3. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий
4. Биргер И.А., Иосилевич Г.Б. Резьбовые и фланцевые соединения. – М.: Машиностроение, 1990. – 366 с.
5. Борьба с шумом на производстве. Справочник. Под общ. ред. Е. Я. Юдина. М., Машиностроение, 1985.
6. Вербицкая О.Л. Пособие к лабораторным работам по сопротивлению материалов для студентов строительных специальностей (часть 1)/ О.Л.Вербицкая, С.И.Зиневич, Л.И.Шевчук – Минск: БНТУ, 2013. – 108 с.
7. Гнідець Б. Г. Збірно-монолітні залізобетонні конструкції: проектування, дослідження і впровадження в будівництво // Б. Г. Гнідець. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 260 с.
8. ДНАОП 0 00-1.29-97 Правила захисту від статичної електрики
9. ДНАОП 0.00-1 31-99 Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин - Київ, 1999 - 30 с
10. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
11. ДНАОП 0.01-1.01-95 Правила пожежної безпеки в Україні
12. ДСН 3.3.6 037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку-Київ. 2000
13. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень - Київ, 2000.
14. СТУ 3191-95 (ГОСТ 12 2.137-96) Обладнання для кондиціонування повітря та вентиляції. Загальні вимоги безпеки.

15. ДСТУ Б В.2.6-7- 95 "Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантаженням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості". – К., 1997.
16. Испытание сборных железобетонных конструкций Учебное пособие для студентов вузов /Комар А.Г., Дубровин Е.Н., Кержнеренко Б.С., Заленский В.С. –М.: Высшая школа, 1980.- 269 с., ил.
17. Клокова Н.П. Тензорезисторы: Теория, методики расчета, разработки. –М.: Машиностроение, 1990.
18. Ковшов А.Н. Технология машиностроения.-М.: Машиностроение,1987. - 320 с. курс: Учеб. для вузов. 5-е изд., перераб. и доп.-М.: Стройиздат, 1991. -767с.
19. Металлические конструкции. В3т.Т.1. Элементы стальных конструкций: Учебное пособие для строит. вузов/В.В.Горев и др.: Под ред. В.В. Горева – М.: Высш. шк., 2001. – 551с.: ил.
20. Металлические конструкции: Учебник для вузов/Под. ред. Е.И. Беленя. –6-е изд., М., Стройиздат, 1986-560с.
21. Методы и средства измерений: Учебник для вузов / Г.Г. Раннев, А.П. Тарасенко. – 2-е изд., стереотип. – М.:Издательский центр «Академия», 2004. – 336с.
22. Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б. А. Князевского. - М.: «Энергоатомиздат», 1983. - 336 с.
23. Павлице В.Т., Данило Я.Я. Різьби, різьбові з'єднання та кріпильні деталі. – Львів: Національний університет “Львівська політехніка”(Інформаційно-видавничий центр “ІНТЕЛЕКТ”+Інституту післядипломної освіти), 2001 –239 с.
24. Попов В.Л., Каплан Д.А. Расчет группового резьбового соединения. – Ярославль: ЯПИ, 1979. – 50 с.

25. Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / А. Г. Горшков, В. Н. Трошин, В. И. Шалашилин .— 2-е изд., испр .— Москва : Физматлит, 2002 .— 543с.
26. Справочная книга для проектирования электрического освещения. Под редакцией Г. М. Кнорринга. Л., Энергия, 1976.
- 27.Ткачук К. Н., Бересневич П. В. та ін. Охорона праці. Підручник для студентів вищих закладів освіти.
- 28.Ткачук К. Н., Иванчук Д. Ф. и др. Справочник по охране труда на промышленном предприятии. - К.: «Техніка», 1991.
- 29.Трахтенберг І. М., Коршун М. М., Чебанова О. В.. Гігієна праці та виробнича санітарія. К., 1997.
- 30.Фетисов Г.П. Материаловедение и технология металлов, 2001, 640с.
- 31.Цейтлин Н.И. Методическое руководство по расчету групповых болтовых соединений. – М.: Станкин, 1959. – 28 с.
- 32.Экспериментальная механика / Б. В. Букеткин [и др.] ; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Под ред. Р. К. Вафина .— М. : Изд-во МГТУ, 2004 .— 135 с.
- 33.Электробезопасность на промышленных предприятиях. Справочник. Сабарно Р. В. и др. К., Техника, 1985.