

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чернігівський національний технологічний університет

КОНСТРУЮВАННЯ ВИРОБІВ З ДЕРЕВИНИ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання курсової роботи
для студентів за напрямом підготовки
6.051801 «Деревооброблювальні технології»

Затверджено на засіданні кафедри
Технологій машинобудування та
деревообробки, протокол №8 від
31.03.2015 р.

Конструювання виробів з деревини. Методичні вказівки до виконання курсової роботи для студентів за напрямом підготовки 6.051801 «Деревооброблювальні технології» /Укл.: Гора Р.М. – Чернігів: ЧНТУ, 2015. – 51 с.

Укладач: Гора Роман Миколайович, викладач

Відповідальний за випуск: Ступа В.І., завідувач кафедри технологій машинобудування та деревообробки, доктор технічних наук, професор

Рецензент: Єрошенко А.М., кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій машинобудування та деревообробки Чернігівського національного технологічного університету

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	4
1 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ТА ЇХ ВИБІР.....	5
1.1 Завдання та основні дані.....	5
1.2 Вибір складових елементів для розрахунку.....	5
2 СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	7
3 ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ	8
3.1 Особливості раціонального конструювання меблів.....	8
3.2 Вплив факторів та навантажень на вибір розмірів елементів меблів...	9
3.3 Вплив довготривалих навантажень на міцність конструкційного матеріалу.....	11
4 ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ ЕЛЕМЕНТІВ КОРПУСНИХ МЕБЛІВ.....	13
4.1 Особливості розрахунку оптимальних розмірів корпусних меблів	13
4.2 Розрахунок на міцність корпусу виробу.....	17
4.3 Розрахунок на деформацію полиць.....	19
4.4 Розрахунок на міцність вертикальних стінок.....	20
4.5 Розрахунок на міцність шипових з'єднань.....	22
4.6 Розрахунок на міцність з'єднань на шкантах.....	24
4.7 Розрахунок на міцність з'єднань щитів у кутах.....	25
4.8 Розрахунок на міцність кріплення задньої стінки.....	27
4.9 Розрахунок на міцність кріплення дверей.....	28
4.10 Розрахунок на міцність опор.....	30
4.11 Розрахунок на міцність елементів шухляди.....	31
4.12 Розрахунок на прогин штанги-вішалки.....	32
5 ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ РАЦІОНАЛЬНИХ РОЗМІРІВ ЕЛЕМЕНТІВ МЕБЛІВ.....	34
6 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ.....	36
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	38
ДОДАТКИ.....	39

ПЕРЕДМОВА

Курсова робота – "Розробка конструкції меблевого виробу" з дисципліни «Конструювання виробів з деревини» дозволяє вирішувати завдання з розробки якісних та надійних меблів, які відповідали б всім технічним вимогам щодо виготовлення виробів з деревини в умовах сучасного виробництва.

Розроблені методичні вказівки нададуть допомогу студентам у розв'язанні завдань з проектування меблів, вибору оптимальних розмірів елементів меблів та перевірці їх на міцність під час написання курсової роботи. Вони охоплюють 6 важливих частин, які містять теоретичні відомості з даного питання, методику розрахунку для вибору раціональних розмірів елементів виробів, методи випробувань складових частин меблів, приклади розрахунків та правильність оформлення їх при написанні курсової роботи.

Методичні вказівки вміщують велику кількість формул та графічного матеріалу. Крім того, вони забезпечені варіантами завдань, списком літературних джерел, який може бути корисним при поглибленому вивченні окремих питань та додатками, які включають різні довідкові дані та титульний аркуш.

Курсова робота є самостійною та індивідуальною роботою студента, що сприятиме якісній підготовці спеціалістів-технологів. Тому, розроблені методичні вказівки розраховані на студентів напрямку підготовки 6.051801 "Деревооброблювальні технології", які спеціалізуються у проектуванні виробів з деревини та конструюванні сучасних меблів.

1 ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ ТА ЇХ ВИБІР

1.1 Завдання та основні дані

У відповідності до завдання курсової роботи, розробляючи конструкцію виробу, необхідно оптимізувати розміри його складових елементів. Для цього використати основні методи визначення міцності згідно наведеної нижче методики розрахунку. Варіанти завдання на курсову роботу наведено в додатках А та Б.

Основні розрахункові дані:

Для розрахунку на міцність складових елементів меблевого виробу основні розрахункові дані беруть за розробленою у відповідності до завдання конструкцією виробу та вибраними для цього основними функціональними розмірами на виріб.

1.2 Вибір складових елементів для розрахунку

Одним із підпунктів у бланку завдання є графа, в якій записуються викладачем види складових елементів для розрахунку. Для цього користуються таблицею 1.1, з якої, в залежності від порядкового номера студента в журналі викладача, вибирають шість видів елементів для розрахунку. При відсутності у розробленому виробі вибраних складових елементів, вони підбираються за узгодженням з викладачем.

Таблиця 1.1– Варіанти вибору складальних одиниць виробу для розрахунку

Вид елементу виробу	Вид розрахунку	Остання цифра порядкового номера студента в журналі викладача									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Корпус	Міцність, товщина стінки	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Полиця	Деформація	x		x		x		x		x	
Вертикальна стінка	Стійкість, міцність		x		x		x		x		x
Шипове з'єднання	Міцність	x	x			x	x			x	x
З'єднання на шкантах	Міцність			x	x			x	x		
З'єднання щитів у кутах	Міцність, товщина стінки		x		x		x		x		x
Задня стінка	Міцність кріплення	x		x		x		x		x	
Двері	Міцність кріплення		x		x		x		x		x
Опора	Міцність	x		x		x		x		x	
Шухляда	Міцність, деформація дна		x		x		x		x		x
Штанга	Прогин	x		x		x		x		x	

Наприклад, порядковий номер студента в журналі викладача №5. Тоді, за даними таблиці 1.1 для розрахунку вибирають корпус, полицю, шипове з'єднання, задню стінку, опору та штангу-вішалку.

Розрахунок невідомих величин у роботі здійснюють за методикою, наведеною у розділах 3, 4, 5. Нормативні дані беруть із цих же розділів та додатків В–Е.

2 СТРУКТУРА КУРСОВОЇ РОБОТИ

Запропонована нижче, *структура курсової роботи* охоплює: розробку конструкції виробу, документацію на нього, виконання всіх необхідних креслеників, розробку засобів контролю, розрахунок на міцність складових елементів виробу.

Структура курсової роботи

Зміст

Вступ

1 Розробка конструкції виробу

1.1 Габаритний кресленик (ГК) в трьох проекціях з габаритними розмірами (1:10,1:20; Ф.А4), вибравши для цього відповідні функціональні розміри.

1.2 Архітектурний кресленик (АК) виконаний в перспективі з графічним зображенням текстури, фактури та інших візуальних властивостей поверхонь (1:10,1:20; Ф. А4).

1.3 Складальний кресленик (СК) виробу з відповідними розрізами, перерізами і виносними елементами (1:1), які дають всі дані про конструкцію та будову (1:5, 1:10; Ф.А1).

1.4 Складальні кресленики складових частин виробу з відповідними розрізами, перерізами і виносними елементами , які дають всі дані про конструкцію та будову (1:2, 1:5; Ф. А3):

А_____ Б_____ В_____.

1.5 Кресленики деталей з даними для їх виготовлення та контролю (1:1; Ф. А4):

А_____ Б_____ В_____.

2 Розробка технічної документації на виріб

2.1 Відомість специфікацій(ВС) з переліком усіх складових частин виробу та їх кількості.

2.2 Специфікації на всі виконані складальні кресленики складових частин виробу, які дають необхідні дані про матеріали для їх виготовлення.

2.3 Технічний опис (ТО) на виріб(Ф. А4).

3 Розробка конструкції засобів для контролю

3.1 Розрахунок виконавчих розмірів граничного калібру для контролю

3.2 Ескіз конструктивного рішення калібру (Ф. А4).

4 Розрахунок на міцність складових елементів виробу

4.1 Розрахунок міцності виробу згідно методики розрахунку:

А_____ Б_____ В_____ Г_____ Д_____ Е_____.

Висновки

Список літератури

3 ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

3.1 Особливості раціонального конструювання меблів

Характеристика будь-якого меблевого виробу визначається затратами на його проектування та виготовлення. Зокрема, експлуатаційна довговічність та надійність, відповідність функційним вимогам і вартість меблів залежать від ступеня раціональності їх конструювання. Ці показники визначаються обґрунтуванням оптимальності вибору конструкційного матеріалу, поперечними перерізами деталей, що забезпечують потрібну міцність і надійність, застосування відповідних технологій виготовлення тощо. Досить зазначити, що від загальних витрат на виготовлення виробу вартість основних і допоміжних матеріалів, які використовуються, знаходяться в межах 50–85 %. При цьому вартість тільки конструкційних матеріалів становить 35–65% вартості усіх основних і допоміжних матеріалів.

Для зменшення витрат на розробку і виготовлення виробу потрібно насамперед обґрунтовано підходити до вибору конструкційних матеріалів з належним забезпеченням міцності та надійності як окремих деталей, так і складальних одиниць, в цілому. Застосування розрахунків на надійність та встановлення, обґрунтованих розрахунками, конструктивних рішень і правильний вибір поперечних розмірів деталей з деревини дозволить знизити витрати на конструкційні матеріали в 1,5–2 рази.

Основні питання раціонального конструювання виробу вирішують комплексно. На основі *функційно-вартісного аналізу* розглядають різні варіанти конструктивних рішень і вибирають такий, що забезпечує виконання комплексу показників, не знижуючи якості виробу. Такий аналіз виробу проводять за комплексною цільовою програмою, яка включає: послідовне проведення підготовки інформації, аналітичних і експериментальних досліджень, рекомендацій і впровадження. Для виконання цієї програми беруть участь різні спеціалісти, діяльність яких пов'язана з проектуванням, виготовленням і експлуатацією виробів.

Розрахунки на міцність деталей виробів із деревини можуть виконуватись різними методами, зокрема, *обґрунтовують методом класичної механіки*. Цей метод дозволяє встановлювати розміри, виходячи з допустимих напружень у конструкційному матеріалі деталей за дії на нього навантажень у процесі експлуатації виробу. Допустимі напруження визначаються межею міцності з урахуванням коефіцієнтів запасу міцності. Він залежить від багатьох факторів, які враховують умови роботи виробу тощо. При розрахунках для визначення перерізів деталей та їх елементів виходять з двох обмежень: деформація деталі не повинна перевищувати допустимої межі. Враховуючи це, розрахунки ведуть на *міцність конструкції* та на її *деформованість*, які можна записати математично:

◆ **міцність**

◆ **деформування**

де $Q_{\text{доп}}$ – допустиме навантаження, кг; $f_{\text{доп}}$ – допустима деформація, мм/м;
 x_i – геометричні розміри елементів виробу, що розраховуються; k – кількість елементів, які беруть участь у роботі, шт; $\sigma_{\text{доп}}$ – допустиме напруження матеріалу, МПа; E – довготривалий модуль деформації (пружності) матеріалу, МПа; m_i, n_i – показники степеня, що враховують закон залежності несучої здатності й деформації від умов роботи елемента та його розмірів.

Необхідно зазначити, що деревина являє собою анізотропний матеріал і її міцність залежить від напрямку діючого навантаження відносно напрямку волокон, вологості, породи тощо. Основні розрахункові опори деревини, наприклад, сосни в залежності від кута між спрямуванням дії навантаження і волокон можуть визначатися за формулами:

◆ при зминанні

◆ при сколюванні

де $\sigma_{\text{зма}}, \sigma_{\text{ска}}$ – розрахункові опори деревини при зминанні і сколюванні під кутом до волокон, МПа; α – кут між напрямком навантаження і напрямком волокон, град; $\sigma_{\text{зма}}, \sigma_{\text{ска}}$ – розрахункові опори при паралельному напрямку зусиль до волокон.

Границя міцності деревини в залежності від напрямку дії сили до волокон визначається із наступного співвідношення:

$$\sigma_{\alpha} = \frac{\sigma_{\parallel} \sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel} \sin^n \alpha + \sigma_{\perp} \cos^n \alpha} \quad (3.5)$$

де σ_{\parallel} – тимчасовий опір деревини вздовж волокон ($\alpha=0^\circ$);

σ_{\perp} – тимчасовий опір деревини перпендикулярно волокнам ($\alpha=90^\circ$); n – степінь в залежності від виду зовнішньої дії (для згину $n=2$, для розтягу $n=1,5\dots 2$, при стиску $n=2,5$).

Для того, щоб правильно виконати розрахунки деталей виробу на міцність необхідно знати, як вони будуть навантажені – зосередженим чи рівномірно розподіленим навантаженням, а також знати місце його прикладання.

3.2 Вплив факторів та навантажень на вибір розмірів елементів меблів

Важливими вимогами до меблевих виробів є їх *міцність* та *надійність*, які характеризуються їх безвідмовністю, довговічністю, ремонтпридатністю і здатністю до зберігання. Ці властивості повинні забезпечувати експлуатаційні показники конструкції протягом всього терміну служби (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1– Термін служби меблевих виробів

Види виробів	Термін служби, роки	Річний знос, %

Шафи для одягу, посуду, книг; тумби при ліжкові; банкетки для спалень	30	3,3
Шафи комбіновані; столи письмові	25	4,0
Шафи-комоди; столи туалетні, обідні; ліжка; трельяжі	20	5,0
Меблі дитячі; столи і шафи робочі; дивани; тахта; шафи кухонні навісні; дивани-ліжка; крісла робочі; крісла-ліжка	15	6,6
Стільці; крісла для відпочинку	12	8,3
Матраци пружинні	10	10,0
Столи дитячі	8	12,5

У процесі визначенні габаритних та функціональних розмірів виробів в першу чергу належить керуватися відповідними стандартами для досягнення зручності користування меблями. У процесі роботи над формою виробу розміри коректуються з метою забезпечення її композиційної досконалості. На кінець, на розміри елементів меблів впливають зовнішні навантаження на вироби, властивості матеріалів і умови експлуатації, що пов'язано із забезпеченням міцності і надійності меблевих виробів.

Таким чином, розміри виробу і його складових частин визначають *три основні групи факторів: функційні, естетичні і технічні.*

Як уже зазначалось, розробку форми і конструкції нових виробів виконують в основному дизайнери. При виборі конструктивних розмірів елементів виробів вони враховують дві перші групи факторів, а розрахункові методи визначення, тобто третю групу факторів, не використовують. Перерізи і довжини елементів встановлюються на основі набутого досвіду і з врахуванням стандартних розмірів конструкційних матеріалів. Вірність вибору розмірів оцінюється за результатами випробувань на міцність і довговічність. В цілому така практика себе виправдовує. Однак, в ряді випадків необхідно більш точно враховувати і *технічні чинники:* при впровадженні нових матеріалів, зміні товщини плит, що випускаються, принциповій зміні конструктивних розмірів (по відношенню до тих, що склалися), особливо сильно навантажених елементів і т.д. Необхідно пам'ятати, що пружні властивості матеріалів з часом зменшуються, а це призводить до деформації елементів (внаслідок повзучості матеріалу) при незмінному їх навантаженні. Особливо це стосується книжкових полиць, прогинання яких в процесі експлуатації зростає. Іноді деталь у виробі кріплять так, що шканти з малою площею склеювання працює на відрив (а не на зріз). Деколи слабими у виробі є шипові з'єднання. Замість підсилення вузла його іноді ще більше ослаблюють задля форми, хоча форма може бути і іншою, підсилюючою конструкцію. Тому дизайнерам необхідно знати хоча б характер роботи елементів і з'єднань у виробі, види виникаючих напружень і деформацій, приблизні їх значення, для того щоб і в технічному відношенні розроблена конструкція максимально наближалася до оптимальної. Це буде сприяти також раціональному використанню матеріалів.

Навантаження, які діють на вироби корпусних меблів можна розділити

на чотири типи:

- виникаючі від власної ваги елементів виробів;
- виникаючі від ваги предметів, що в них зберігаються;
- прикладені до виробу під час користування;
- виникаючі при транспортуванні виробів у зібраному вигляді.

Навантаження *першого типу* найбільш стабільні і діють постійно. Вагові навантаження *другого типу* також більш-менш стабільні і визначаються з достатньою точністю. Але вони можуть змінюватися в часі як за значенням, так і за характером розподілу (через перекладання предметів, що зберігаються, вилучення їх для користування тощо). Навантаження *третього типу* виникають при переміщенні виробів, випадково створюються при користуванні ними (навантаження на відкриті двері, ящик і т.д.). Дія цих навантажень короткочасна. При транспортуванні зібраний виріб може приймати різноманітні випадкові навантаження. Але підсилювати конструкцію виробу на час його транспортування не доцільно, так як відбувається воно 2–3 рази за весь час експлуатації. Для цих випадків краще передбачити інші заходи (транспортування виробу в розібраному вигляді, його упакування, закріплення виробів у транспортному засобі тощо).

Зовнішні навантаження, які виникають від власної ваги, визначають виходячи з об'ємів елементів і густини матеріалу. Максимальне навантаження від власної ваги предметів, які зберігаються визначається площею горизонтальних щитових елементів і максимально можливим значенням питомого поверхневого навантаження.

Значення питомого експлуатаційного навантаження, діючого на полиці різного призначення і на штангу для розвішування одягу, приймають згідно стандарту (див. таблицю 4.1). Силу, яка діє на виріб при його переміщенні, нескладно розрахувати.

3.3 Вплив довготривалих навантажень на міцність конструкційного матеріалу

Вироби меблів експлуатуються роками. Для всіх видів напруженого стану *межа довготривалого опору деревини* (тобто максимального навантаження, при якому руйнування не відбувається протягом тривалого часу) складає приблизно 0,5...0,6 межі міцності при короткочасних статичних випробуваннях. Це означає, що при виконанні розрахунків на міцність вихідні властивості матеріалів (модуль пружності, допустимі навантаження) повинні прийматися з врахуванням поправки на довготривалу експлуатацію.

Для деревостружкових плит *межа довготривалого опору*: при стисканні – 0,4...0,5, при розтягуванні – 0,3...0,4, при згині – 0,35 від руйнівного навантаження. Напруження в конструкціях повинні бути меншими за межі довготривалого опору, при цьому коефіцієнт запасу міцності $K_3 \approx 3$.

Визначення межі довготривалого опору і модуля пружності пов'язане з великими труднощами, тому знаходять їх за показниками, одержаними при короткотривалих статичних випробуваннях. Так, модуль пружності E_0 при

статичному згині і довготривалий модуль пружності E визначаються згідно формул

$$E_0 = 5Ql^4 / (32ba^3f_0), \quad (3.6)$$

$$E = E_0 / (1 + \varphi) \quad (3.7)$$

де Q – навантаження на зразок; l , b , a – відповідно довжина прольоту між опорами, ширина і товщина зразка; f_0 – прогинання зразка; φ – коефіцієнт повзучості.

Коефіцієнт повзучості визначають експериментально. Його значення коливається в залежності від властивостей плит, їх товщини, наявності личківки, виду личкувальних матеріалів. Для деревостружкових плит, личкованих струганим шпоном дуба, $\varphi = 0,65 \dots 0,8$, а для личкованих плівками на основі просоченого паперу – $\varphi = 0,7 \dots 0,95$.

Таким чином, показники міцності для деревних і плитних матеріалів з поправкою на довготривалу експлуатацію виробу можна приймати з поправним коефіцієнтом 0,5 від відповідного показника при короткочасних статичних випробуваннях.

Перевірку відповідності меблевих виробів і їх елементів вимогам міцності і експлуатаційним вимогам визначають за допомогою випробувань на спеціальних пристроях.

Показником вірності технічних рішень при розробці конструкцій меблів можуть служити статистичні дані про види дефектів виробів, які надходять в ремонт на підприємства побутового обслуговування.

Всі *дефекти меблевих виробів* об'єднані в групи, близькі за своїми конструктивними і технологічними ознаками. Одержані наступні результати: пошкодження лакофарбових покриттів – 44,0 % дефектів від загальної їх кількості;

- послаблення і руйнування шипових з'єднань – 25,5 %;
- спрацювання і поломка деталей, пружин, фурнітури – 17,7 %;
- пошкодження личкованих покриттів із шпону, штучних плівок і тканин – 12,8 %.

Пошкодження лакофарбових і личкувальних покриттів складає 56,8 %. Це ті види дефектів, які ніяк не пов'язані з міцністю чи надійністю конструкції виробу. Такі дефекти, як послаблення шипових з'єднань, спрацювання деталей, поломка пружин і фурнітури, відбуваються в основному в результаті тривалої експлуатації меблів. І лише невелика частина дефектів могла бути зумовлена невдалим конструктивним рішенням. Отже, в цілому можна говорити про те, що їх рівень при проектуванні був задовільним.

4 ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ ЕЛЕМЕНТІВ КОРПУСНИХ МЕБЛІВ

4.1 Особливості розрахунку оптимальних розмірів корпусних меблів

Конструкції меблів різноманітні. Однак мають подібні ознаки, які

допускають застосування загальних методів розрахунку. У корпусних меблях елементом, який несе основні навантаження, є коробчатий корпус, який складається з верхнього і нижнього горизонтальних щитів, бокових, середніх і задніх стінок і дверей. Всі вони зв'язані між собою жорсткими, шарнірними або пружно-податливими з'єднаннями. Ящики, полиці, штанги-вішалки сприймають і передають на корпус експлуатаційні навантаження, але практично не впливають на силову схему роботи конструкції.

Точне відображення роботи всіх елементів корпусу – складна і практично важка для вирішення задача, тому в ряді випадків роботи конструкції сприймається спрощено, що дозволяє використовувати і більш прості методи розрахунку. Якщо несучі елементи меблевих виробів представлені у вигляді окремих стрижнів, для горизонтальних елементів застосовують розрахункові схеми згинаючої балки, а для вертикальних – розрахункові схеми стрижнів, що працюють на повздовжнє стискання. При випробовуваннях двері виробу з горизонтальною віссю обертання відкривають, висувні елементи, шухляди та ящики висувують на 2/3 глибини і завантажують тарованими вантажами (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1– Норми питомого завантаження виробів корпусних меблів

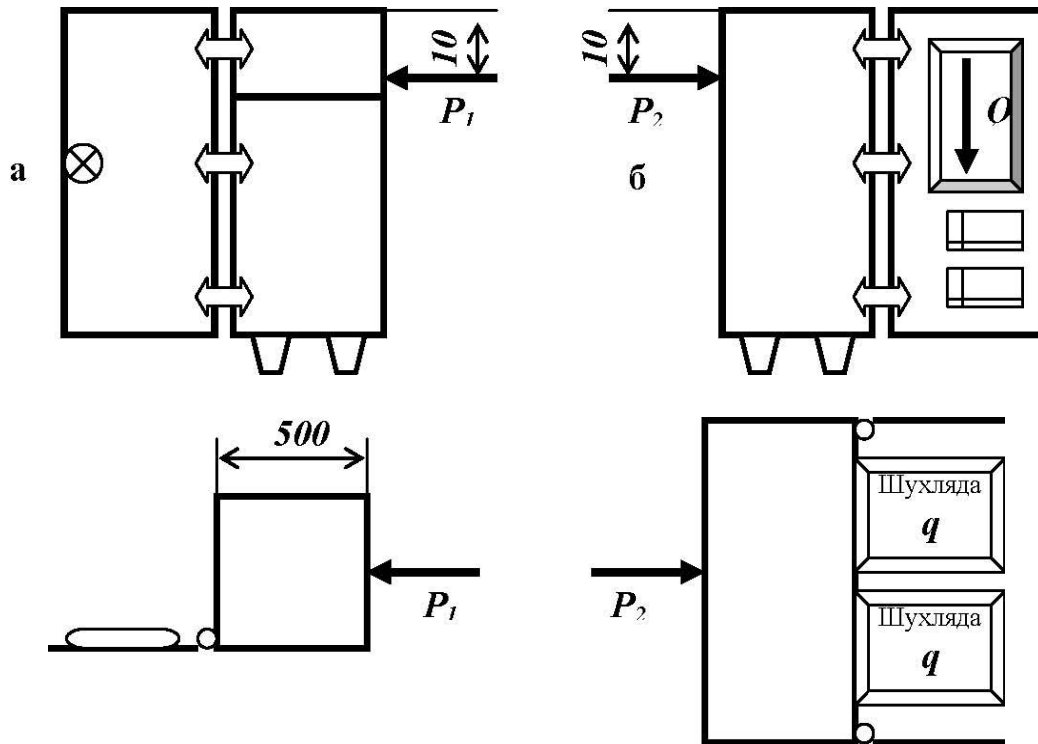
Елементи виробів	Питоме навантаження, Н/м ³		
Полиці для головних уборів, полиці та ящики в приліжкових і туалетних тумбах	—	200	600
Полиці для посуду та білизни	—	600	—
Полиці ніші для книг	—	1200	—
Ящики для білизни	—	—	2000
Ящики для паперу	—	—	4000
Штанги для одягу	300	—	—
Двері стійок, секретерів з горизонтальною віссю обертання	—	400	—

Вироби корпусних меблів, що не прикріплюються до стін, підлоги чи стелі та складаються з однієї чи декількох поставлених одна на іншу секцій, випробовують на стійкість, міцність і деформування корпусу, а також на міцність основи. Для випробовувань використовують стенд, що забезпечує циклічне навантаження до 1000 Н з ритмом (14 ± 2) цикл/хв.

Стійкість визначають однократною дією горизонтального навантаження на бокову чи задню стінку виробу (рисунок 4.1). При ширині **а** – до 500 мм; **б** – більше 500 мм

Рисунок 4.1– Схеми випробувань корпусних меблів на стійкість при ширині виробу

виробу не більше 500 мм його випробовують за схемою, показаною на рисунку 4.1, а, шляхом однократного прикладання навантаження $P_I = 30$ Н до бокової стінки. Якщо двері виробу відкриваються менше ніж на 180°, їх



відкривають до упору і проводять додаткові випробування за схемою, показаною на рисунку 4.1, б. При ширині виробу більше 500 мм його випробовують за схемою, показаною на рисунку 4.1, б, шляхом однократного прикладання навантаження $P_2 = 10$ Н до задньої стінки.

Секційні меблі випробовують в зібраному вигляді, як один виріб. Вироби, що пройшли випробування на стійкість, випробують на міцність і деформування корпусу. При цьому на бокових стінках виробу циклічно діють горизонтальним навантаженням, як і при експлуатації.

Вироби завантажують експлуатаційним навантаженням Q , Н:

◆ для штанг

$$Q = q_L L \quad (4.1)$$

де q_L – питоме навантаження, Н/м; L – довжина штанги, м;

◆ для полицок, ніш і дверей з горизонтальною віссю обертання:

$$Q = q_F F \quad (4.2)$$

де q_F – питоме навантаження, Н/м² (визначають за таблицею 4.1); F – корисна площа полицки, ніші, дверей, м²;

◆ для ящиків

$$Q = q_V V \quad (4.3)$$

де q_V – питоме навантаження, Н/м³; V – об'єм ящика, м³.

На бокові стінки виробу почергово зліва та справа діють навантаженням P_3 (рисунку 4.2), що обчислюється за формулами

$$P_3 = \frac{a}{2b} (Q_1 + Q_2), (H) \text{ при } a \leq 0.6 H, \quad (4.4)$$

$$P_3 = 0.3(Q_1 + Q_2), (H) \text{ при } a > 0,6 H \quad (4.5)$$

де Q_1 – навантаження від маси виробу, Н; Q_2 – сумарне експлуатаційне навантаження на горизонтальні елементи, Н; a , b і H – відповідно ширина, глибина і висота виробу, мм; $0,3$ – коефіцієнт тертя.

Зміщення верхнього щита відносно нижнього (деформації E_1 і E_n) вимірюють після першого циклу навантаження, а потім через кожні 50 циклів до нормативного числа навантажень. Деформацію корпусу E_k вираховують за формулою

$$E_k = E_n - E_1 \quad (4.6)$$

де E_1 , E_n – відповідно деформація після першого циклу та після закінчення випробувань, мм.

Виріб задовольняє певні вимоги, якщо деформація не перевищує норми і не з'являються дефекти – тріщина виробу, руйнування або ослаблення конструкції.

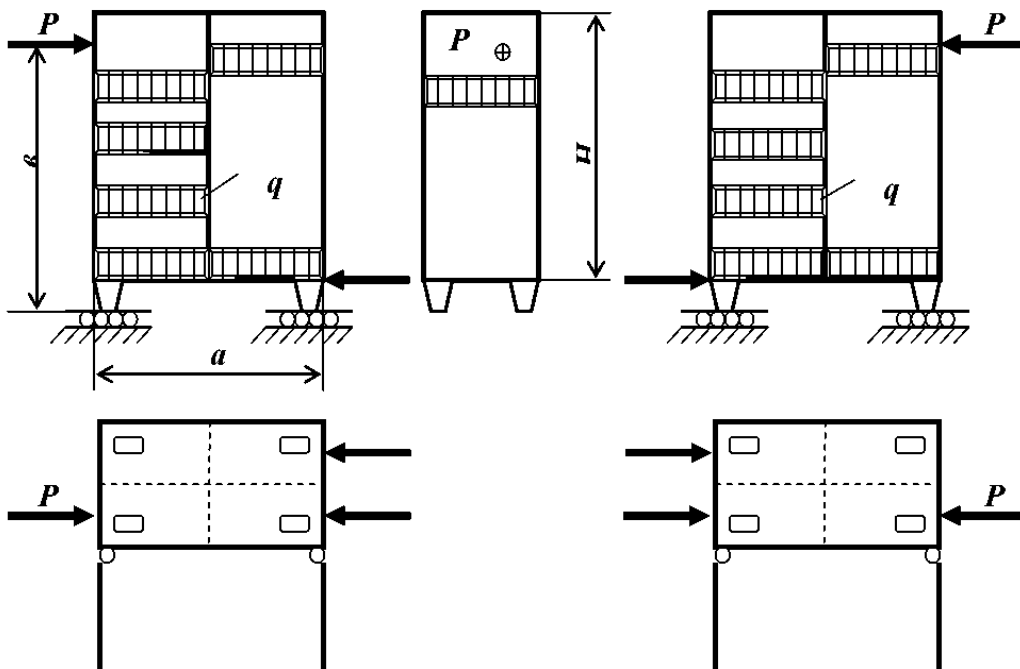


Рисунок 4.2 – Схема випробувань щитових меблів на деформування та міцність

Міцність основи визначають циклічною дією на нього горизонтальним навантаженням по чергову з однієї і другої сторони виробу. Його завантажують експлуатаційним навантаженням (див. таблицю 4.1) і випробують за схемою, що на рисунку 4.3.

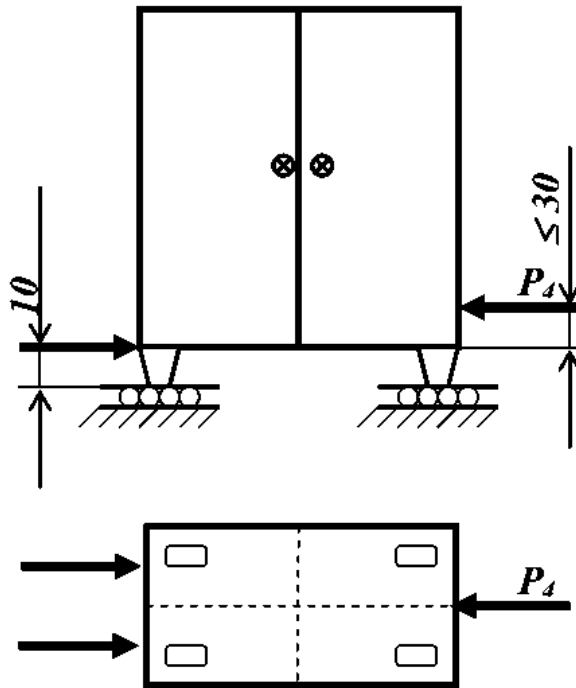


Рисунок 4.3 – Схема випробувань корпусних меблів на міцність основи

Навантаження P_4 розраховують так само як і P_3 , при $a > 0,6$ Н, тобто за формулою (4.5). Якщо виявиться, що розрахункове значення $P_4 > 500$ Н, то приймають $P_4 = 500$ Н, виконуючи таку умову

$$Q_{2max} = 170 - Q_1 \quad (4.7)$$

де Q_1 – навантаження від маси виробу, Н; Q_{2max} – максимальне сумарне експлуатаційне навантаження на горизонтальні елементи, Н.

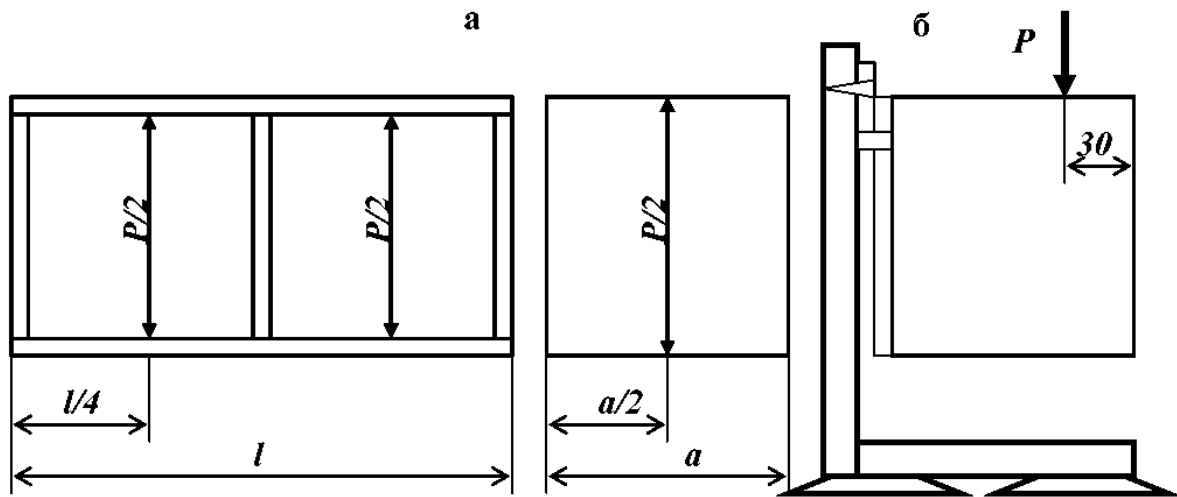
Після випробувань до нормативного значення циклів навантаження в виробі не повинно бути руйнувань конструктивних вузлів і деталей.

Книжкові полиці, кухонні та господарські шафи (за виключенням шаф на металевих або пластмасових каркасах), що вішають на стіни випробують на міцність корпусу і на міцність кріплення до нього підвісок.

Міцність готового навісного виробу визначають дією на нього через спеціальні нажимні пристрої вертикальним статичним руйнуючим навантаженням P_P зі швидкістю (10 ± 2) мм/хв (рисунок 4.4, а), яке розраховують за формулою

$$P_P = 2 (Q + Q_{н.в.}) \quad (4.8)$$

де 2 – коефіцієнт запасу міцності; Q – експлуатаційне навантаження, Н; $Q_{н.в.}$ – навантаження від маси настінного виробу, Н.



а – настінних виробів на міцність; б – вузлів кріплення підвісок

Рисунок 4.4 – Схеми випробувань

Міцність кріплення підвісок випробовують до руйнації за схемою, показаною на рисунку 4.4, б. Після випробовування руйнуюче навантаження P_P порівнюють із розрахунковим, яке визначають за формулою

$$P_{роз} = P / n \quad (4.9)$$

де P – навантаження на корпус виробу під час експлуатації (воно дорівнює сумі маси виробу й експлуатаційного навантаження), Н; n – кількість підвісок у виробі. Випробувані зразки задовольняють вимогам, якщо $P_P \geq P_{роз}$.

4.2 Розрахунок на міцність корпусу виробу

Будь-який меблевий виріб перевіряють на міцність, зокрема, починають з розрахунку міцності корпусу. При цьому виходять з таких міркувань. Найбільш небезпечні напруження виникають у вузлі А корпусу виробу в процесі його переміщення в момент зустрічі ніжки з перешкодою (рисунок 4.5). Як результат – виріб нахиляється від дії сили P , що показано пунктирними лініями.

Зусилля, що переміщує виріб, визначається з виразу суми моментів відносно точки А, і при умові, що $H \gg h$, $h \Rightarrow 0$, маємо

$$\left\{ P(H - a) = \frac{(Q_1 + Q_2) \cdot l}{2(q)} \right\} \Rightarrow \left\{ P = \frac{(Q_1 + Q_2) \cdot lq}{2(H - a)} \right\} \quad (4.10)$$

де Q_1 – маса виробу, кг; Q_2 – маса предметів, що зберігаються у виробі, кг; q – прискорення вільного падіння, м/с²; l – відстань від краю ніжки до місця прикладання сили P , м; H – висота виробу, м; a – відстань від верхнього щита до місця прикладання сили P (для розрахунків приймаємо – $a=1/4H$), м.

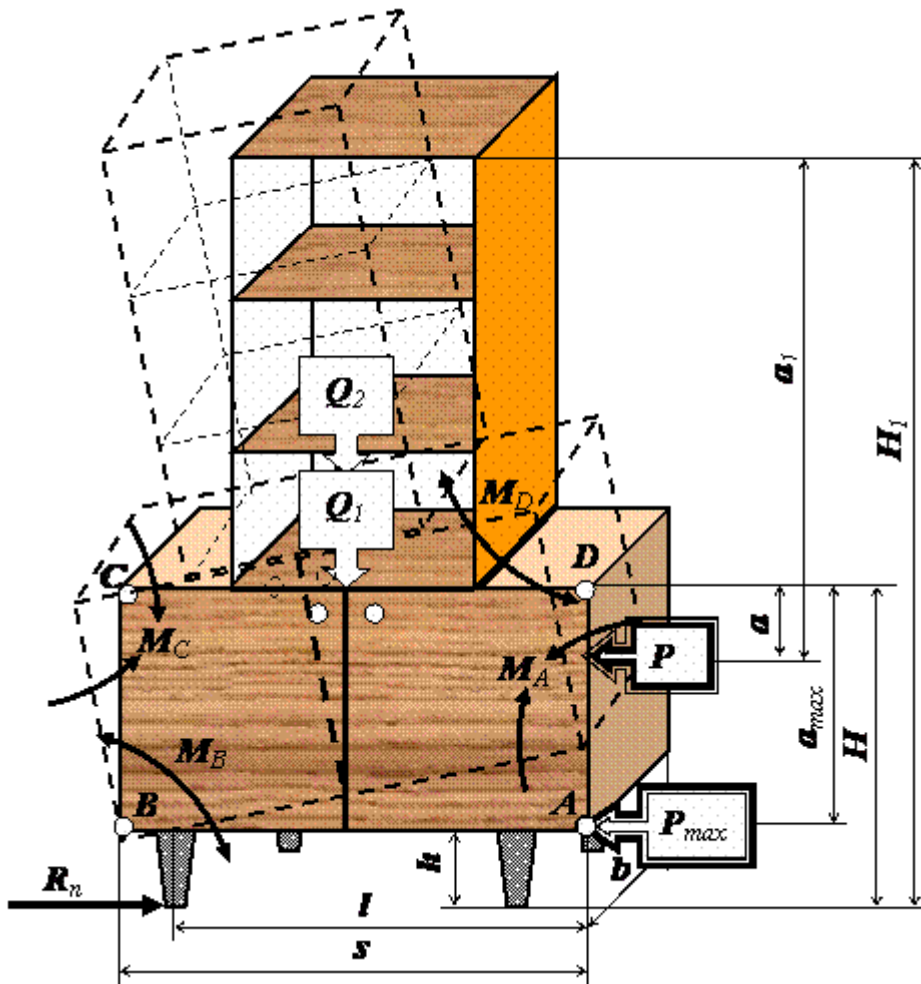


Рисунок 4.5 – Схема дії сил на корпус виробу при його переміщенні

Якщо горизонтальне переміщення виробу здійснювати повільно, після його повного звільнення від предметів, які там зберігаються ($Q_2=0$), тоді для розрахунку максимального навантаження на бокову стінку виробу при горизонтальному переміщенні рекомендується формула

$$P_{max} = 1.3Q_1 \frac{s}{2H - a_{max}} \quad (4.11)$$

де s – ширина виробу, м; H – висота виробу, м; a_{max} – максимальна відстань від висоти виробу до прикладеної сили P_{max} , м.

Якщо положення корпусу виробу нестійке (пунктирні лінії), то у вузлах A, B, C, D виникають згинаючі моменти M_A, M_B, M_C, M_D . Так, у вузлі A момент M_A , Н·м

$$M_A = PH_0(1 - \lambda) - (1 - \lambda^2)[(2 + \mu + \lambda + \lambda\mu)K + 3\mu\alpha] \frac{PH_0}{2} \quad (4.12)$$

а при цьому допоміжні величини визначаються за наступними формулами

$$\lambda = \frac{a}{H_0}; \mu = \frac{H_0}{l}; K = \frac{l}{2l + H_0}; \alpha = \frac{l}{l + 6H_0} \quad (4.13 - 4.16)$$

де P – прикладене зусилля на відстані a від точки D , Н; $H_0 = H - h$ – висота корпусу, м; h – висота ніжок виробу, м.

Необхідну товщину щитів δ у вузлі A можна приблизно визначити за формулою

де b – ширина щита, м; M_A – момент сил опору у вузлі A , Н·м; m – коефіцієнт, що враховує час дії моменту M_A (за короткотермінової дії $m = 0,8$, при тривалій – $m = 0,4 \dots 0,2$); $[\sigma_{зг}]$ – допустиме напруження при згині, МПа ($[\sigma_{зг}] = 25,0 \dots 35,0$ МПа для личкованих щитів).

4.3 Розрахунок на деформацію полиць

Серед несучих елементів меблів переважну частину займають *полиці*. Вони несуть значні навантаження. Їх функції у значній мірі розповсюджуються на набір предметів, період експлуатації яких рівний довготривалому навантаженню протягом багатьох років.

Габаритні розміри полиць повинні бути обґрунтовані розрахунком, який можна виконати на основі елементарних положень опору матеріалів із методики розрахунку балок на згин.

Для горизонтальних елементів (наприклад, полиць) критерієм якості служить жорсткість. Особливо важливо перевірити можливе значення *деформації полиць*, тобто їх *прогин*, допустима величина якого приймається виходячи з естетичних міркувань і може складати 3 – 5 мм на довжині 1 м, тобто

$$f_{\text{дон}} = (3 \dots 5)l/1000 \quad (4.18)$$

Вкладні полиці закріплюються на полицетримачах, а навантаження на них звичайно розподіляється рівномірно, тому для такого випадку розрахункова схема відповідає четвертій схемі таблиці 4.2.

Схеми можливих варіантів сприйняття навантажень полицею меблевих виробів та основні розрахункові величини для цих випадків представлені у таблиці 4.2, де σ_{max} – максимальне (фактичне) нормальне напруження матеріалу, МПа; f_{max} – максимальна стріла прогину, м; P – зосереджене навантаження, Н; q – розподілене навантаження на одиницю ширини щита, Н/м; W – момент опору, м³; E – довготривалий модуль пружності, МПа; I – момент інерції перерізу, м⁴.

Зв'язок між зосередженим та розподіленим навантаженням такий

$$P = ql \quad (4.19)$$

де l — відстань між опорами.

Момент інерції та момент опору перерізу визначаються за формулами

$$I = \frac{bh^3}{12}, \quad (4.20)$$

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad (4.21)$$

де b — ширина полиці, м; h — товщина полиці, м.

Довготривалий модуль пружності E визначають за формулою

$$E = E_0 / (1 + \varphi) \quad (4.22)$$

де E_0 — модуль пружності при статичному згині, МПа; φ — коефіцієнт повзучості. Для деревостружкових плит, личкованих шпоном, $\varphi = 0,55 - 0,80$, а для плит, личкованих плівками на основі просочених паперів — $\varphi = 0,70 - 0,95$.

Модулі пружності вибирають із додатка 2 або визначають за формулами

$$E_0 = \frac{l^3(P_2 - P_1)}{4bh^3(S_2 - S_1)}, \quad (4.23)$$

$$E = (120 - 170)[\sigma_{32}] \quad (4.24)$$

де $P_2 - P_1$ — приріст навантаження, Н; $S_2 - S_1$ — збільшення прогину, м.

Розраховане *максимальне нормальне напруження* порівнюють із допустимим напруженням на згин елементів із деревостружкових плит в залежності від граничних значень, наведених у ГОСТ 10632–89

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{дон} = 0,25\sigma_{32} \quad (4.25)$$

При невиконанні умови 4.25 здійснюють розрахунок розмірів полиці.

Застосовуються й інші способи закріплення і навантаження полиць, а також верхніх і нижніх горизонтальних щитів. Можливі напруження і прогини для цих випадків визначаються згідно формул, наведених у таблиці 4.2.

4.4 Розрахунок на міцність вертикальних стінок

Для вертикальних елементів меблів критерієм перевірки на міцність і надійність служать *граничні значення стискаючих навантажень* P_{cm} і *напруження* σ_{cm} . Визначити їх можна за спрощеними формулами

$$P_{cm} = \pi^2 E_0 I / (\mu l)^2 (1 + \varphi) K_3, \quad (4.26)$$

$$[\sigma_{cm}] = \pi^2 E_0 / \lambda^2 (1 + \varphi) K_3 \quad (4.27)$$


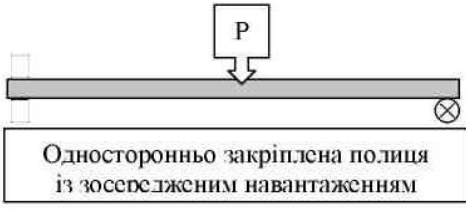
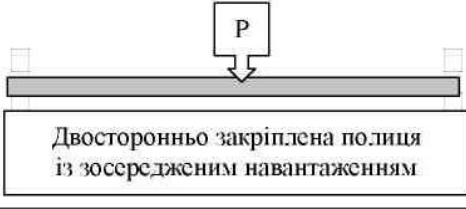

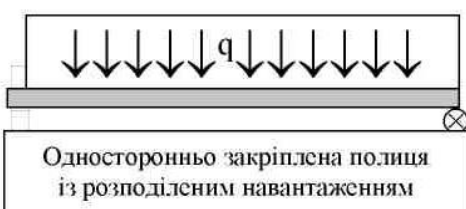

де E_0 — модуль пружності при статичному згині, МПа; I — момент інерції перерізу, м⁴; μ — коефіцієнт приведеної довжини; l — довжина елемента; φ — коефіцієнт повзучості; K_3 — коефіцієнт запасу міцності: $K_3 = 3$; λ — гнучкість

$$\lambda = \mu l / i_{min} \quad (4.28)$$

де i_{min} — найменший радіус інерції перерізу

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I}{F}} \quad (4.29)$$

Таблиця 4.2 – Деформації полиць при різних схемах кріплення та навантаження

	Можливі варіанти навантаження	Фактичне нормальне напруження, σ_{\max} , МПа	Максимальна стріла прогину, f_{\max} , м	Співвідношення варіантів навантаження	
				В. №1	В. №4
1	 <p>Вільно лежача полиця із зосередженим навантаженням</p>	$\sigma_{\max 1} = \frac{Pl}{4W}$	$f_{\max 1} = \frac{Pl^3}{48EI}$	$1\sigma_{\max 1}$ $1f_{\max 1}$	—
2	 <p>Односторонньо закріплена полиця із зосередженим навантаженням</p>	$\sigma_{\max 2} = \frac{3Pl}{16W}$	$f_{\max 2} = \frac{7Pl^3}{768EI}$	$\frac{3}{4}\sigma_{\max 1}$ $\frac{4}{9}f_{\max 1}$	—
3	 <p>Двосторонньо закріплена полиця із зосередженим навантаженням</p>	$\sigma_{\max 3} = \frac{Pl}{8W}$	$f_{\max 3} = \frac{Pl^3}{192EI}$	$\frac{1}{2}\sigma_{\max 1}$ $\frac{1}{4}f_{\max 1}$	—
4	 <p>Вільно лежача полиця із розподіленим навантаженням</p>	$\sigma_{\max 4} = \frac{Pl}{8W}$	$f_{\max 4} = \frac{5Pl^3}{384EI}$	—	$1\sigma_{\max 4}$ $1f_{\max 4}$
5	 <p>Односторонньо закріплена полиця із розподіленим навантаженням</p>	$\sigma_{\max 5} = \frac{Pl}{8W}$	$f_{\max 5} = \frac{Pl^3}{185EI}$	—	$1\sigma_{\max 4}$ $\frac{2}{5}f_{\max 4}$
6	 <p>Двосторонньо закріплена полиця із розподіленим навантаженням</p>	$\sigma_{\max 6} = \frac{Pl}{12W}$	$f_{\max 6} = \frac{Pl^3}{384EI}$	—	$\frac{2}{3}\sigma_{\max 4}$ 4 $\frac{1}{5}f_{\max 4}$

де F – площа перерізу елемента у напрямку перпендикулярному до напрямку стискання, м².

Слід зазначити, що у формулах таблиці 4.2 не враховано коефіцієнт Пуансона через його незначний вплив при спрощених розрахунках.

Коефіцієнт приведеної довжини приймається в залежності від способу закріплення елемента. При шарнірному закріпленні обох його кінців $\mu = 1$; при одному вільно навантаженому, а другому зашцимленому – $\mu = 2$; при одному шарнірному, а другому зашцимленому – $\mu = 0,74$; при двох зашцимлених – $\mu = 0,65$.

У меблевих виробках вертикальні щитові елементи своїми кінцями закріплюються, як правило, шарнірно, $\mu = 1$. Однак вони завжди мають додаткове кріплення по довжині (до задньої стінки і проміжних горизонтальних щитів). Тому при розрахунках можна вважати, що кінці вертикального елемента закріплені шарнірно, але посередині довжини він має додаткове кріплення; тоді $\mu = 0,699$.

Граничне навантаження $P_{ст}$ визначається з умови стійкості елементів при повздовжньому стисканні. Це справедливо лише при великій їх довжині. Для щитових елементів формула (4.27) має місце при $\lambda \geq 100 \dots 110$. При менших значеннях λ , тобто при малій довжині елементів, перевіряти їх на стійкість не варто, так як вона завжди буде забезпечена. Потрібно звернути увагу на інші види напружень (зминання, сколювання – в залежності від конструктивних особливостей з'єднань); в таких випадках вони більш небезпечні.

Якщо у виробі нема елементів з великими вільними прольотами, то перевірку їх на стійкість можна не проводити.

Вертикальні елементи виробу опираються торцями на підлогу або на горизонтальні елементи. При цьому торці сприймають напруження зминання $\sigma_{зм}$

$$\sigma_{зм} = (P_{зовн} + P_{вл}) / 2F \quad (4.30)$$

де $P_{зовн}$ – зовнішнє навантаження на елемент, Н; $P_{вл}$ – власна вага виробу, кг; F – площа опори, м².

Прохідні вертикальні стінки звичайно спираються не на всю площу основи, а на два пластмасові наконечники (їх довжина $l = 30$ мм.).

4.5 Розрахунок на міцність шипових з'єднань

Даний розрахунок ґрунтується на загальних положеннях опору матеріалів. Схема для такого розрахунку наведена на рисунку 4.6.

Зовнішні навантаження, які діють на шипові з'єднання, урівноважуються реактивними силами, які виникають на ребрах $m - n$ і $k - p$, а також в клейових з'єднаннях $m - p$ і $n - k$. Зроблено припущення, що епюри реакцій мають форму трикутників.

Момент сили M врівноважується сумою моментів реактивних сил:

$$M = M_1 + M_2 + M_3 \quad (4.31)$$

де M – зовнішній момент, Н·м; M_1, M_2 – моменти сили опору зминання відпові-

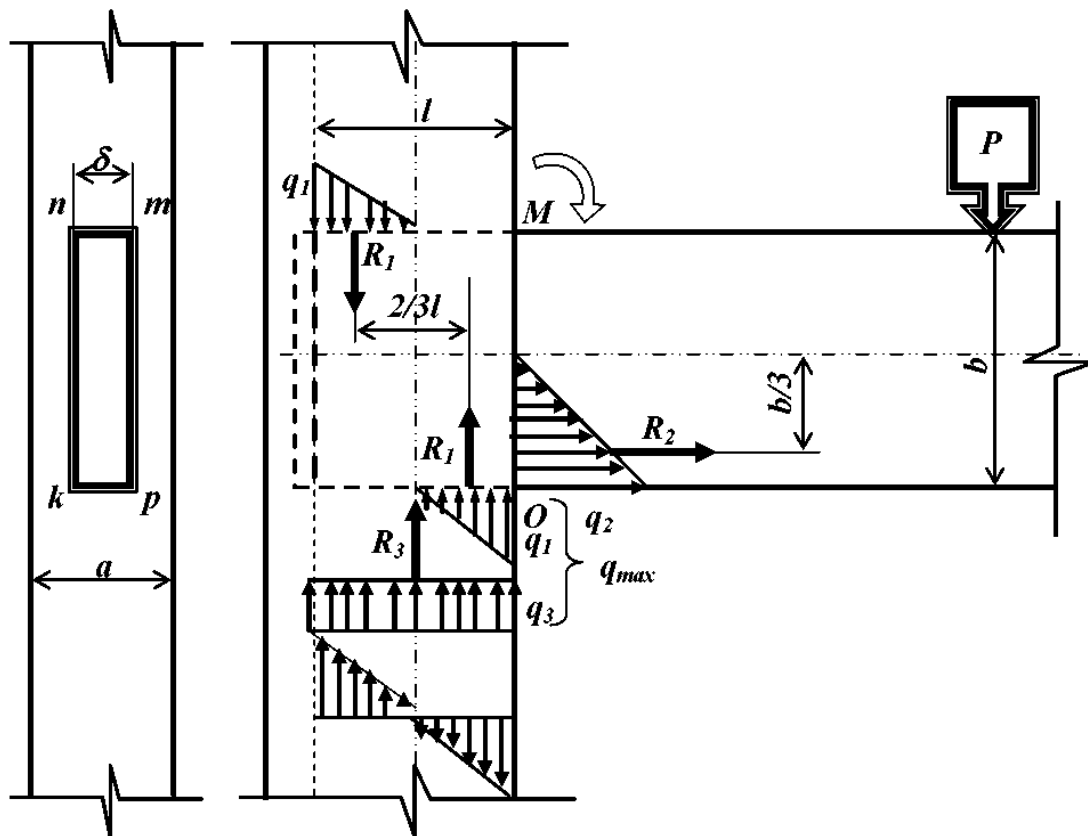


Рисунок 4.6 – Розрахункова схема кутового з'єднання плоским шипом

дно на верхньому і нижньому ребрах шипа і на заплечиках, Н·м; M_3 – момент опору клейових з'єднань граней шипа, Н·м.

Значення моментів опору визначаються згідно формули

$$M_1 = R_1(2l/3) = q_1 \cdot (l^2 \cdot \delta / 6), \quad (4.32)$$

$$M_2 = R_2(b/3) = q_2 \cdot (b^2 / 12) \cdot (a - \delta), \quad (4.33)$$

$$M_3 = 2 \cdot \alpha \cdot b \cdot l^2 \cdot \tau_{max} \quad (4.34)$$

де R_1 , R_2 – рівнодіючі сили опору змінання по ребрах шипа, Н; q_1 , q_2 – максимальні напруження при змінанні ребер шипа, МПа; α – коефіцієнт, що враховує співвідношення $l:b$ і визначається за таблицею Сан Венена (таблиця 4.3); τ_{max} – міцність клейових з'єднань граней шипа, МПа; a , l , δ , b – розміри клейового з'єднання, мм (рисунок 4.6).

Таблиця 4.3 – Визначення коефіцієнта Сан Венена

$l:b$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
α	0,141	0,166	0,187	0,196	0,204	0,214

Міцність клейового шва на сколювання для сучасних клеїв коливається в межах $\tau_{max} = 5,0 - 15,0$ МПа.

На шип діє також сила R_3 , яка створює на його ребрі напруження q_3 . Максимальне напруження при змінанні біля основи шипа

$$q_{max} = q_1 + q_3. \quad (4.35)$$

При перевірці шипового з'єднання на зминання ребра шипа приймають найнесприятливіший випадок, при якому клейові з'єднання навантаження не сприймають. Тоді все навантаження приходить на ребро шипа і q_1 має максимальне значення. Умова міцності при цьому

$$[\sigma_{зм}] \geq (q_{1max} + q_3) = 6M/(l^2\delta) + R_3/(l\delta) \quad (4.36)$$

де $[\sigma_{зм}]$ – допустимий опір зминання деревини поперек волокон, МПа; M – момент зовнішніх сил відносно центру мас грані шипа, Н·м; R_3 – перерізаюча сила, Н; l, δ – розміри шипа, мм.

При проектуванні стільців і крісел, крім царг, в з'єднання з ніжками можуть входити також проніжки. Найбільші навантаження стілець сприймає, коли людина, сидячи на ньому, опирається на спинку і дві задні ніжки, знаходиться в рівновазі і не перевертається. Навантаження сприймають дві бокові рами стільця, кожна з яких складається із задньої і передньої ніжок, горизонтально з'єднаних тільки царгою або царгою і пронізкою. У першому випадку перевірочний розрахунок проводиться за вищевикладеною методикою.

У другому випадку, тобто при наявності проніжок має місце статично невизначена силова схема. Треба зазначити, що така схема з точки зору забезпечення міцності і матеріалоемності виробів являється найбільш раціональною і раніше, як правило, застосовувалася саме вона, хоча це робилось без знання законів опору матеріалів і без відповідних розрахунків.

Розрахунки зусиль в статично невизначених стержневих системах дуже складні, і виконувати їх на практиці не представляється можливим. Зазначимо, що якщо у стільця є підніжка, то напруження в царзі зменшується приблизно в два рази. Це слід врахувати при проектуванні.

4.6 Розрахунок на міцність з'єднань на шкантах

При з'єднаннях на круглих вставних шипах спрощений перевірочний розрахунок на міцність можна проводити у відповідності зі схемою наведеною на рисунку 4.7.

Момент M зовнішніх сил урівноважується моментами сил реакції шкантів (круглих шипів) R_1 і R_2 . Мається на увазі, що сили реакції пропорційні деформаціям. Тоді умову рівноваги можна записати у вигляді

$$M_1 = R_1(a + c) + R_2c. \quad (4.37)$$

Із співвідношення $R_1 : R_2 = (a+c) : c$ знаходимо

$$R_2 = R_1c / (a+c). \quad (4.38)$$

Підставляючи вираз (4.38) у рівняння (4.37), одержимо

$$M_1 = (R_1 (a+c)^2 + c^2) / (a+c). \quad (4.39)$$

З врахуванням рівняння (4.39) умова достатньої міцності шипового з'єднання запишеться у вигляді

$$R_1 \leq \sigma_{ск} \cdot \pi \cdot d \cdot l \quad (4.40)$$

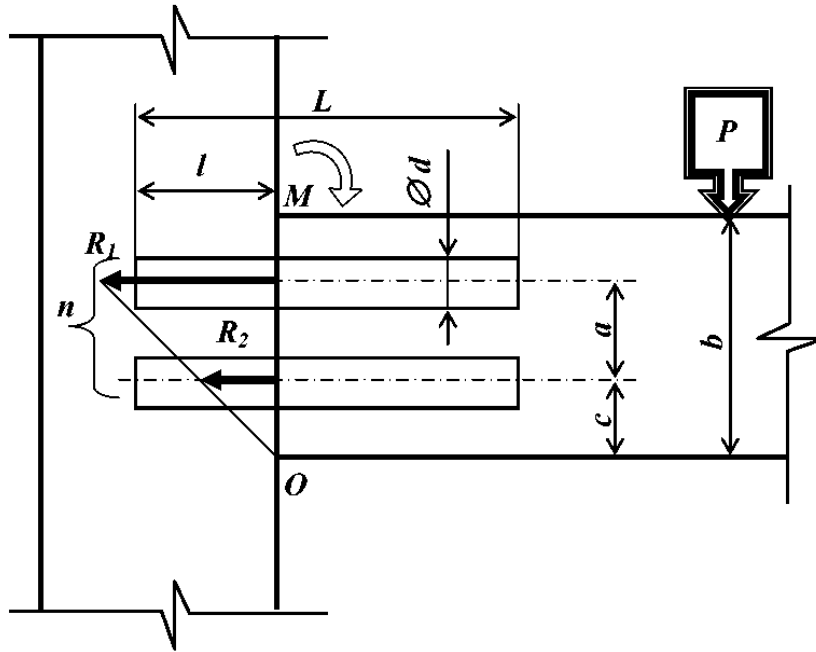


Рисунок 4.7 – Розрахункова схема з'єднання на вставних круглих шипах де $\sigma_{ск}$ – міцність клейового з'єднання шипа (шканта), МПа ($\sigma_{ск} = 0,8 - 1,15$ МПа); d, l – розміри шипа, мм.

Слід також перевірити міцність шипів на зріз згідно формули

$$[\sigma_{зр}] \leq 4P / \pi \cdot d^2 n \quad (4.41)$$

де $\sigma_{зр}$ – міцність шканта на зріз, МПа (для берези – 4,5 МПа; сосни – 3,0 МПа; дуба – 5 – 6 МПа); P – перерізаюча сила, Н; d – діаметр шканта, мм; n – число шкантів.

4.7 Розрахунок на міцність з'єднань щитів у кутах

Міцність з'єднань щитів у кутах, які виконані стяжками та круглимивставними шкантами на клею, залежить від їх кількості (рисунок 4.8).

Основну роль відіграють стяжки, а шканти виконують функцію фіксації точного положення щитів. Якщо встановлено n стяжок (в основному $n = 1, 2$), то кожна з них візьме частину моменту сил опору M у вузлі. Тоді момент сил опору у кожній стяжці M_{cm} визначається як

$$M_{cm} = M/n, \quad (4.42)$$

а реакція P_{cm} , яка протидіє цьому моменту в стяжці, визначається за формулою

$$P_{cm} = 8M/3n\delta \quad (4.43)$$

де n – кількість стяжок; δ – товщина щита.

Це зусилля розподіляється за законом трикутника на ділянці по товщині щита, яке дорівнює $0,5\delta$. При цьому напруження зминання, що виникнуть при P_{cm} розподіленого на площі $S_{cm} = \delta b/2n$, не повинні перевищувати допустимих на зминання матеріалу щитів $[\sigma_{зм}]$. Для деревостружкових плит беруть $\sigma_{зм} = 6$ МПа вздовж пластів щита і 3 МПа – попе-

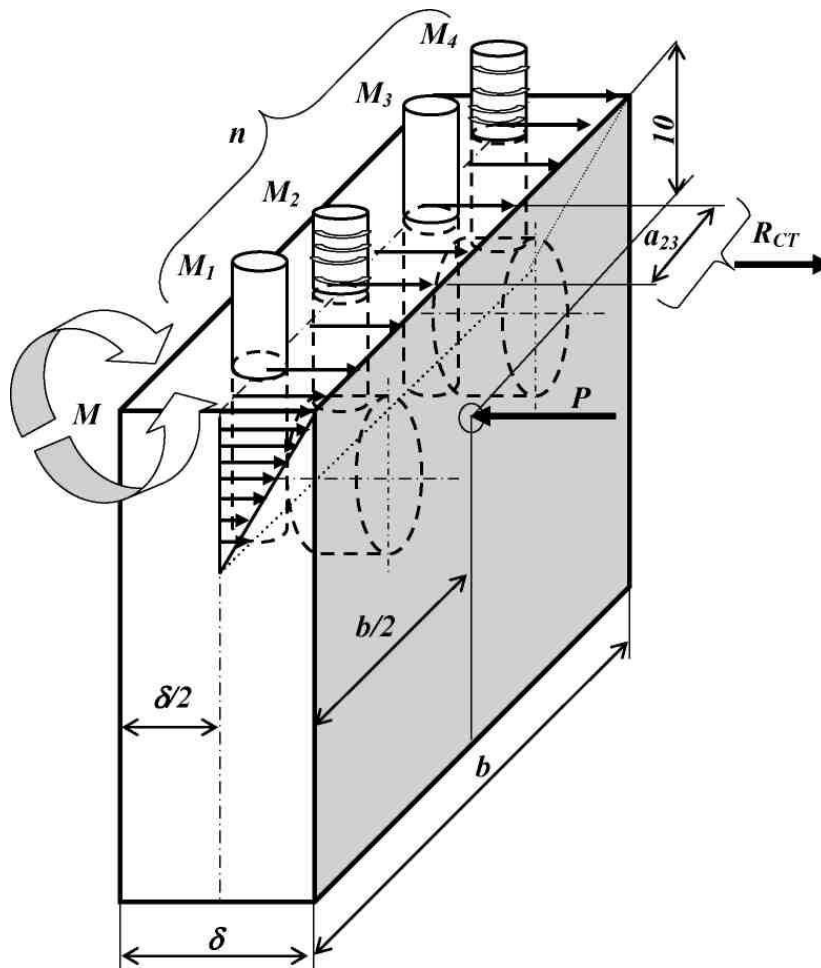


Рисунок 4.8 – Розрахункова схема з'єднання щитів у кутах та дії сил рек пластів. Тоді, при товщині стінки b і за умови

товщина бокової стінки щита δ визначається як

Якщо використовувати гвинтові стяжки, загальне зусилля її затягування $P_{зам}$ [Н] повинно сприйматися гайкою, яку вкручено в щит. Для цього потрібно дотримуватись умови

$$P_{зам} = \pi \cdot D \cdot l \cdot \sigma_{вис} \quad (4.46)$$

де D – діаметр гайки, що вкручується в щит, м; l – довжина гайки, м; $\sigma_{вис}$ – напруження в матеріалі, що виникає при висмикуванні гвинта, МПа; (для розрахунків можна взяти для деревини $\sigma_{вис} = 1,5$ МПа, для ДСП – $\sigma_{вис} = 0,5 \dots 0,8$ МПа).

4.8 Розрахунок на міцність кріплення задньої стінки

Жорсткість і міцність корпусного виробу забезпечується не тільки показниками міцності з'єднань у вузлах **A**, **B**, **C**, **D**, але і задньою стінкою. Якщо порушується зв'язок задньої стінки з корпусом, жорсткість виробу різко знижується. Тому при конструюванні необхідно перевіряти міцність кріплення задньої стінки з вертикальними та горизонтальними щитами виробу (рисунок 4.9).

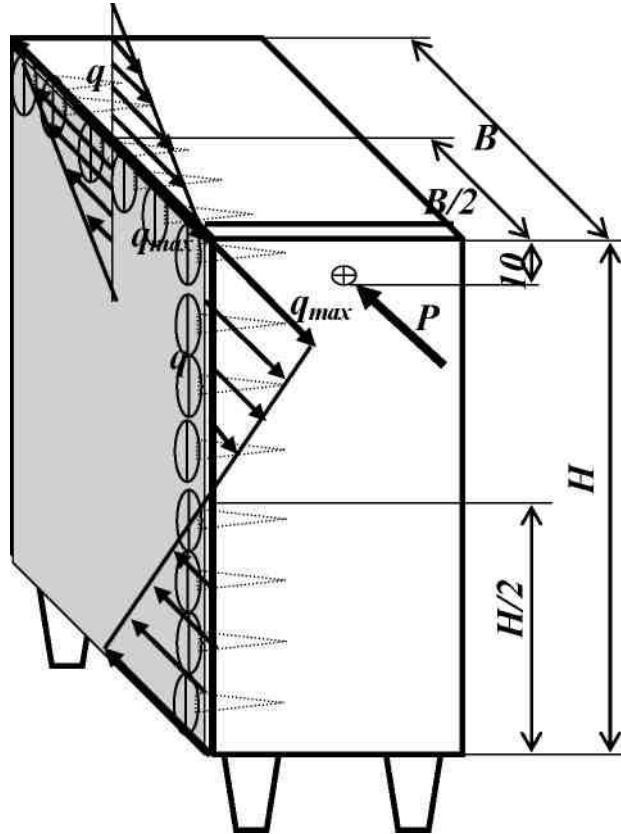


Рисунок 4.9 – Розрахункова схема кріплення задньої накладної стінки з корпусом

При розрахунках, для спрощення, вважають, що задня стінка є дискретною і складається з окремих ділянок, які мають опори в місцях закручування шурупів. При переміщенні виробу під дією сили **P** задня стінка знаходиться в стані чистого зсуву. Елементарне дискретне зусилля **S** рівне

$$S = P/B_z \quad (4.47)$$

де **P** – діюча сила на корпус, Н; **B_z** – ширина задньої стінки в напрямі діючої сили, м.

При цьому вважають, що зусилля на кожний шуруп, як на вертикальних, так і горизонтальних крайках задньої стінки, однакові.

Найбільша інтенсивність розподілу навантаження по ширині шурупа

$$g_{max} = 7,6P/l \quad (4.48)$$

де P – зусилля, що діє на шурупі, Н; H ; l – довжина шурупа, м.

Найбільший контактний тиск шурупа на стінку

$$g_{max} = 9,6P/dl \quad (4.49)$$

де P – навантаження зсуву, Н; d – найбільший діаметр шурупа в нарізній частині, мм; l – довжина шурупа, м.

Умова міцності кріплення задньої стінки шурупа

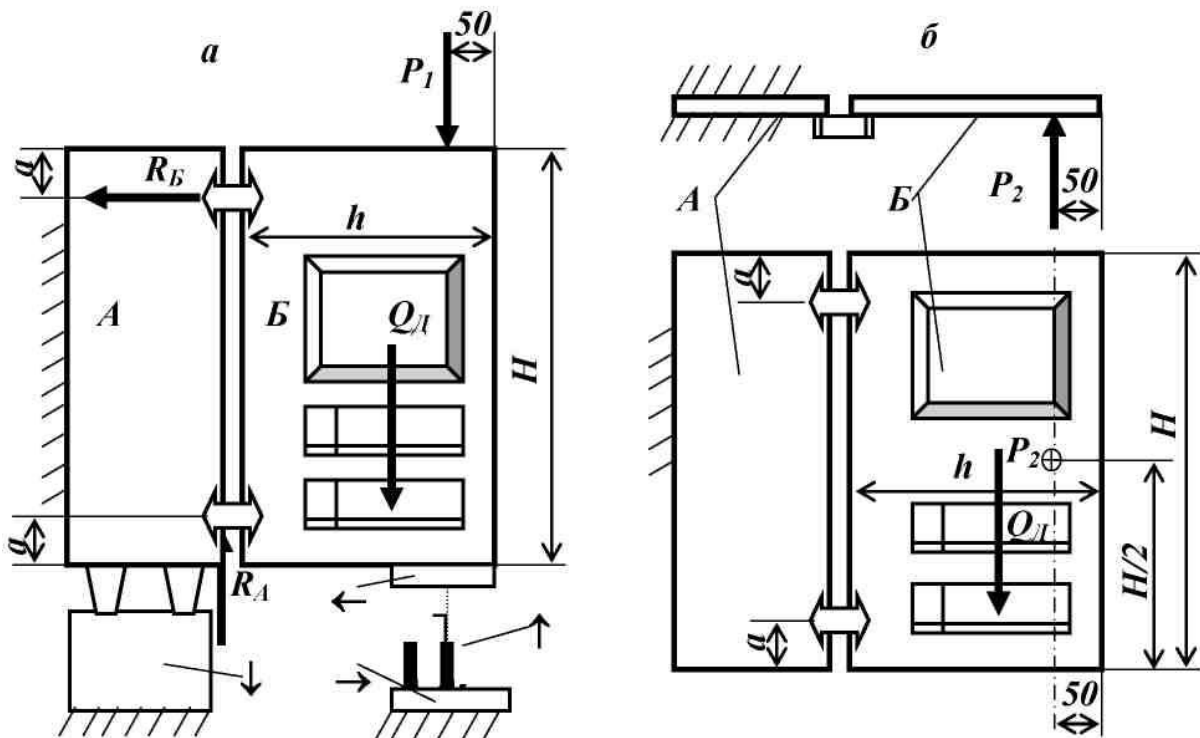
$$[\sigma_{зм}] > 9,6P/dl \quad (4.50)$$

де $[\sigma_{зм}]$ – межа міцності на зминання основи, в яку вкручується шуруп (для деревностружкових плит $[\sigma_{зм}] = 6\text{МПа}$).

Дослідами встановлено, що горизонтальні навантаження на корпус виробу в основному сприймаються задньою стінкою. При цьому основну частину зусилля сприймає перший верхній від бокової стінки шуруп, другий – 30%, а третій – 10% цього навантаження. Виходячи з цих міркувань зусилля на перший верхній шуруп приймають $5/7P$.

4.9 Розрахунок на міцність кріплення дверей

Розроблюючи конструкцію корпусних меблів, необхідно розрахувати жорсткість та міцність закріплення дверей з вертикальною віссю обертання у відповідності з технічними умовами. На рисунку 4.10 показано схему дії сил на двері корпусного виробу з вертикальною віссю обертання на двох одноланкових шарнірних завісах.



a – на жорсткість; b – на міцність: A – бокова стінка виробу; B – двері; \leftarrow – металічна пластина; \uparrow – індикатор годинникового типу; \rightarrow – стіл; \downarrow – підставка

Рисунок 4.10 – Схема випробувань дверей з вертикальною віссю обертання

Жорсткість виробу визначають навантаженням повністю відкритих дверей вертикальним статичним навантаженням, яке рівне 120 Н, із швидкістю (10 ± 2) мм/хв, після чого вимірюють одержану деформацію.

Зразки, які відповідають вимогам жорсткості, випробовують на *міцність*. Відкриті повністю двері навантажують до їх повного злому. Навантаження прикладають перпендикулярно до пласті дверей.

При вертикальному навантаженні на відкриті двері використовують спрощений розрахунок. Допускають, що сили реакції в шарнірах дверей розподіляються, як показано на рисунку 4.10. Реакція R_A у нижньому шарнірі сприймає зусилля від зовнішнього навантаження P_1 і маси дверей Q_D , а реакція R_B створює момент, який зрівноважує момент від названих зусиль відносно точки A . Тоді можна записати умови рівноваги дії зовнішніх сил і реакції в опорах

$$R_B (H - 2a) + (h - 50)P_1 + Q_D \frac{h}{2}q = 0,$$

$$R_A + Q_D + P_1 = 0 \quad (4.51)$$

Реакція R_A в шарнірі A сприяє зминанню деревини шурупами, якими закріплений шарнір.

Найбільш контактний тиск шурупів у шарнірі A на стінку корпусу

$$\sigma_{max} = 9,65 \left(\frac{qQ_D + P_1}{dln} \right) \leq 0,7 [[\sigma]_{зм}] \quad (4.52)$$

де Q_D – маса дверей, кг; q – прискорення вільного падіння, м/с²; P_1 – зовнішнє зусилля, Н; d , l – відповідно діаметр і довжина шурупа, м; n – кількість шурупів; $[\sigma_{зм}]$ – межа міцності матеріалу стінки корпусу на зминання металом, МПа (для деревостружкових плит $[\sigma_{зм}] = 2,5$ МПа, для дуба $[\sigma_{зм}] = 8,0$ МПа).

Вертикальне навантаження P_1 залежно від висоти дверей приймається за таблицею 4.4.

Таблиця 4.4 – Визначення вертикального навантаження

Висота дверей, мм	до 800	801...1200	більше 1200
Вертикальне навантаження P_1 , Н	120	180	240

Міцність шарніра B забезпечується зусиллям утримання шурупів матеріалом стінки

$$R_B = \pi dl n [\sigma_w] \cdot n \quad (4.53)$$

де d – діаметр шурупа, м; h – довжина нарізної частини шурупа, м; n – число шурупів; $[\sigma_w]$ – шурупоутримуюча здатність матеріалу (для деревини $[\sigma_w] = 1,5$ МПа, для деревостружкової плити в пласті $[\sigma_w] = 0,8$ МПа, в окрайці $[\sigma_w] = 0,5$ МПа).

При закріпленні дверей на картонних, п'ятникових і чотири ланкових завісах навантаження діє на верхній шарнір і розподіляється рівномірно на всі шурупи, що його закріплюють. У випадку закріплення дверей на рояльних

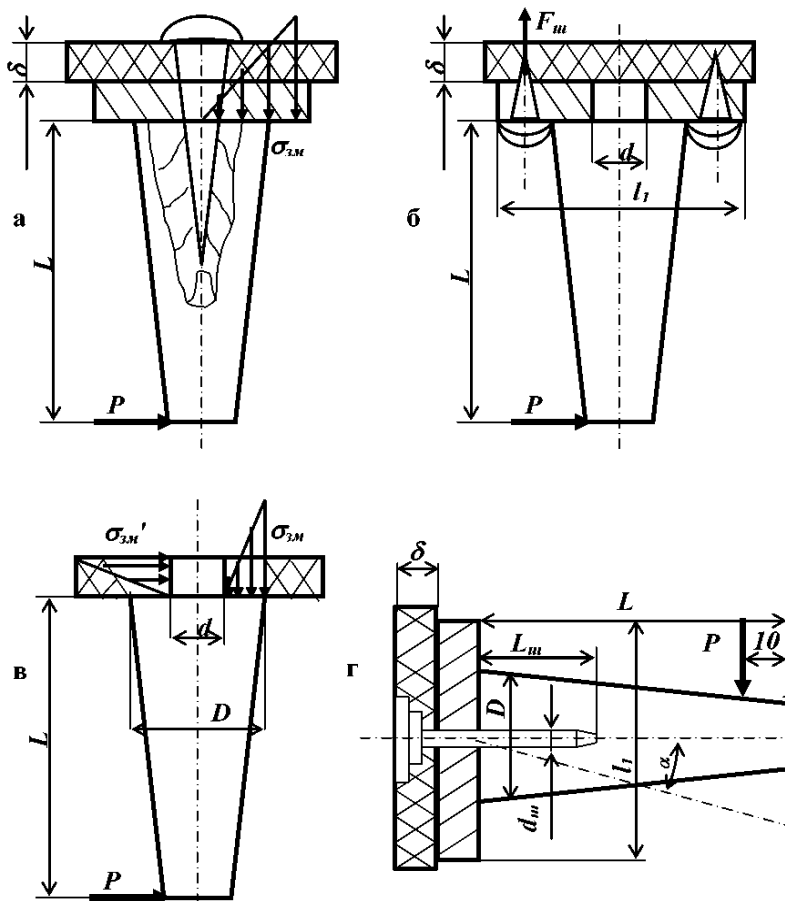
завісах навантаження від дії зовнішніх сил припадає на перший зверху шуруп. Тоді умова забезпечення шурупоутримуючої здатності від витягування першого верхнього шурупа з бокової стінки виробу внаслідок дії зовнішніх сил запишеться виразом

$$R_p < \pi dh[\sigma_{ш}] \quad (4.54)$$

де R_p – зусилля утримування верхнього шурупа з бокової стінки виробу при використанні рояльної петлі, Н; d – діаметр шурупа, м; h – довжина нарізної частини шурупа, м; $[\sigma_{ш}]$ – шурупоутримуюча здатність матеріалу, МПа.

4.10 Розрахунок на міцність опор

Опори – важливі конструктивні елементи корпусних меблів. Вони мають вигляд цоколя, стільчика або підсадних ніжок. Найбільш характерними для розрахунку на міцність є підсадні ніжки. Розрахунок міцності таких опор ведуть при найнебезпечніших навантаженнях у відповідності до технічних умов. Випробовуванням піддають усі підсадні ніжки корпусних меблів і підсадні ніжки довжиною до 280 мм меблів для сидіння і лежання. При випробовуванні на з'єднання ніжки з основою виробу діють статичним навантаженням із швидкістю переміщення прикладеної сили (50 ± 5) мм/хв. Схема випробовувань наведена на рисунку 4. 11, г .



a, б, в – варіанти закріплення підсадних ніжок і схеми діючих сил при переміщенні виробу (*a* – кріплення шурупом по центру; *б* – декількома шурупами по краю бобишки; *в* – на шип); *г* – схема випробувань на міцність

Рисунок 4.11 – Схеми випробувань підсадних ніжок

При довжині ніжки $L \leq 170$ мм міцність кріплення оцінюють порівнянням руйнуючого навантаження P з нормою міцності P_n , яка вибирається в залежності від маси виробу за таблицею 4.5.

Таблиця 4.5 – Вибір норми міцності

Маса виробу, кг	до 30	31– 60	61– 90	91– 300	301 і більше
Норма міцності , Н	300	500	700	900	1200

При довжині ніжки $L > 170$ мм руйнуюче навантаження порівнюють з приведеною нормою міцності P_n , яку визначають за формулою

$$P_{\text{прив.}} = \frac{160P_n}{((L - 10)\sin[\alpha])} \quad (4.55)$$

де 160 – плече сили P ($170 - 10$), мм; L – довжина ніжки, мм; α – кут нахилу ніжки, град.

На рисунку 4.11 показані варіанти закріплення підсадних ніжок і схеми діючих сил. Для переміщення виробу по підлозі необхідно перебороти опір тертя торців ніжок. Іноді на шляху руху трапляється перешкода. Тоді виріб нахилиться в бік переміщення. При цьому зусилля P , що переміщує, визначається як сума моментів за виразом (4.10), а умови міцності кріплення ніжок для різних варіантів за такими відповідними умовами (рисунок 4. 11, а–в)

$$[\sigma_{\text{ш}}] \geq \frac{PL}{\pi D l_1} \quad (4.58)$$

де P – зусилля, що діє на ніжку, Н; L – висота ніжки, м; D – діаметр ніжки, найбільший, м; l_1 – ширина бобишки, м; $d_{\text{ш}}$ – діаметр шурупа, м; δ – товщина щита, до якого прикріплюється підсадна ніжка, м; d – діаметр шипа підсадної ніжки, м; $[\sigma_{\text{зм}}]$ – нормальне граничне напруження зминання, що виникає в зоні

контакту основи, $[\sigma_{зм}] = 3$ МПа; – нормальне граничне напруження зминання,

що виникає в перерізі основи, $[\sigma_{зм}] = 6$ МПа; $[\sigma_{ш}]$ – граничне напруження при витягуванні шурупа, $[\sigma_{ш}] = 0,8 \dots 1,5$ МПа.

4.11 Розрахунок на міцність елементів шухляди

Елементи шухляд і напівшухляд також перевіряють на міцність та інші показники. Основними елементами, які руйнуються в процесі експлуатації виробу, є передні стінки і дно шухляди. Розрахунки цих елементів проводять за відповідною методикою. Зокрема міцність закріплення передньої стінки висувної шухляди повинна відповідати нормі, тобто числове значення відриву повинно бути не менш ніж 250 Н.

За конструкцією шипового з'єднання передні стінки шухляди можуть мати плоский шип або профіль «ластівчин хвіст». У процесі експлуатації шухляд з плоскими шипами руйнування настає внаслідок сколювання по клейовому шару шипа з $\tau_{max} = 1,0$ МПа, а «ластівчин хвіст» – сколювання по деревині у найвужчій частині шипа.

Умови міцності для обох видів шипів запишуться як

де $[\sigma_{ск}]$ – нормальне граничне напруження сколювання, що виникає в зоні руйнування шипа, $[\sigma_{ск}] = 6$ МПа; d – розмір шипа в нижній частині, м; l – довжина шипа, м; n – число шипів по ширині передньої стінки шухляди.

При розрахунках дна шухляди максимально допустима норма прогину не повинна перевищувати 1/2000. Практично встановлено, що за всіх наукових умов прогин для шухляди залежить від характеру закріплення крайок, навантаження і властивостей матеріалу. Закріплення крайок розглядають у двох варіантах: у затисненому стані за допомогою шурупів і вільно оперті в пазах. Якщо дно встановлено в пази стінок шухляди, його розглядають як пластину з вільно опертими крайками. Виявлено, що дно з вільно опертими в пази крайками в 1,5 – 2 рази прогинається більше, ніж дно з затисненими крайками. Розрахунок деформованості дна як тонкої пластини досить складний, проте для проведення перевірки прогину дна з достатньою для практики точністю можна рекомендувати напівемпіричний вираз

$$f_{max} = \frac{2ga^4(1-\mu^2)}{E\delta^3} km \quad (4.60)$$

де f_{max} – максимальна стріла прогину дна шухляди, м; g – розподілена маса речей, що зберігаються в шухляді, кг/м²; a – найбільший розмір дна, м; μ – коефіцієнт Пуансона для матеріалу дна шухляди, МПа (для волокнистої плити $\mu = 0,4$); E – модуль пружності при згині матеріалу, МПа (для волокнистої плити $E = 104$ МПа); δ – товщина дна, м; k – коефіцієнт, що залежить від умов закріплення і співвідношення розмірів дна (при вільно опертих крайках $k = 0,25$); m – коефіцієнт, що враховує час дії навантаження (за постійних умов $m = 1$, за довготривалої експлуатації і змінними умовами $m = 1,5 \dots 2$).

4.12 Розрахунок на міцність штанги-вішалки

Штанга в корпусних виробах витримує значні навантаження в процесі експлуатації. Розрахунок штанги ведуть як рівномірно навантаженої балки, що знаходиться на двох опорах (рисунок 4.12).

Штангу шафи навантажують експлуатаційним навантаженням

$$Q = q_l l \quad (4.61)$$

де q_l – питоме навантаження: $q_l = 300$ Н/м; l – вільна довжина штанги, м.

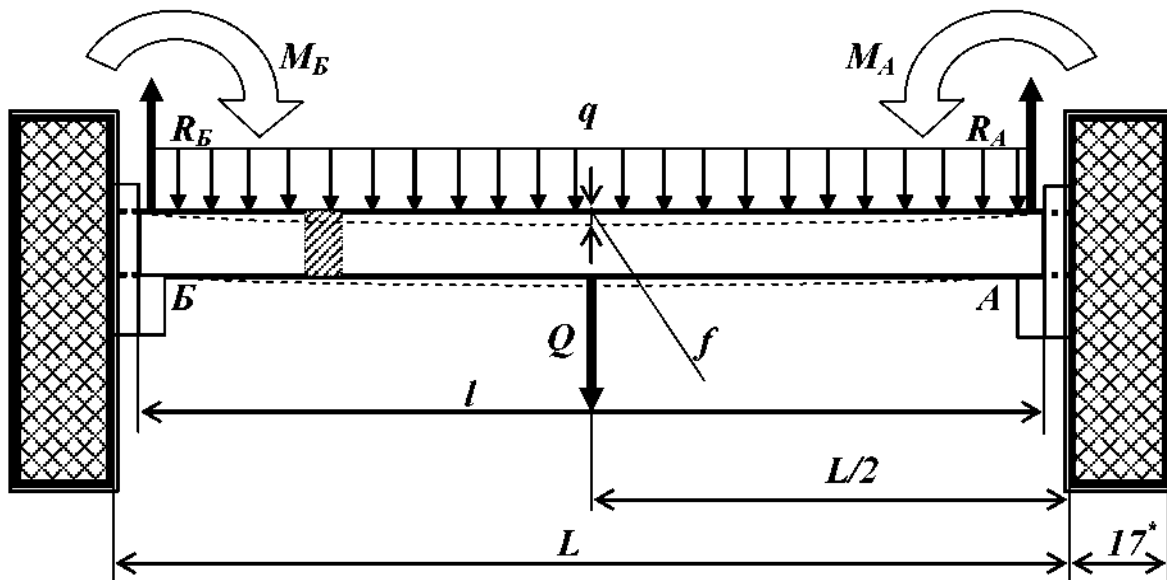


Рисунок 4.12 – Схема сил, що діють на штангу-вішалку

Навантаження витримують протягом 1 години для металевих штанг і 7 діб для штанг з дерева і полімерних матеріалів. Потім визначають абсолютний прогин штанги f

$$f = a_1 - a_0 \quad (4.62)$$

де a_1, a_0 – кінцеве і початкове положення точки a , мм.

Прогин штанги опорною довжиною l_s стосовно прогину еталонної штанги довжиною 1000 мм обчислюють за формулою

$$f = \frac{(a_1 - a_0) \cdot 1000}{l_s}, (\text{мм}) \quad (4.63)$$

Отримані величини абсолютного і відносного прогинів не повинні перевищувати нормативних значень.

Максимальний згинаючий момент M_{max} на штанзі

$$M_{max} = \frac{ql^2}{8} \quad (4.64)$$

де q – розподілене навантаження на одиницю довжини штанги, Н/м ($q = P/l$, для видів одягу: пальто чоловіче – 3,2; пальто жіноче – 2,8; костюм жіночий і чоловічий – 1,6; плаття жіноче – 0,4); l – довжина штанги, м.

Найбільше нормальне напруження в поперечному перерізу штанги

$$\sigma_{max} = \frac{Pl}{8W} = \frac{M_{max}}{8W} \quad (4.65)$$

де W – момент опору поперечного перерізу штанги, м³.

Максимальний і разом з тим допустимий прогин штанги f_{max}

$$f_{max} = \frac{5Pl^3}{384EI} = \frac{5ql^4}{384EI} < \frac{l}{200} \quad (4.66)$$

де P – зосереджене навантаження; E – довготривалий модуль пружності матеріалу штанги з врахуванням часу навантаження, МПа; I – момент інерції перерізу штанги, м⁴.

5 ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКУ РАЦІОНАЛЬНИХ РОЗМІРІВ ЕЛЕМЕНТІВ МЕБЛІВ

ПРИКЛАД 1. Визначити величину прогину полиці книжкової шафи, яка виготовлена з личкової деревостружкової плити марки П-А, товщиною $h = 16$ мм, довжиною 900 мм, шириною 300 мм (таблиця 4.2, схема 4).

Розв'язання

Приймаємо модуль пружності при статичному згині $E_0 = 4500$ Мпа (додаток 2), коефіцієнт повзучості $\varphi = 0,8$; $q = 1200$ Па. Згідно формули 4 (таблиця 4.2) знаходимо

Таким чином, з часом прогин полиці стає рівним 12 мм, тобто буде більшим від допустимого. Отже, полицю необхідно додатково зміцнити, наприклад, прикріпити до задньої стінки шурупами або поставити ребро жорсткості. Її можна також зробити децю коротшою, більш жорсткою або більшої товщини.

Підставивши допустимі значення прогину полиці ($f_{\text{доп}} = 5 \text{ мм/м}$) та вираз для визначення зосередженого навантаження ($P = qlb$) в формулу 4 (таблиця 4.2), визначимо граничну довжину полиці

$$l_{\text{max}} = h \cdot \sqrt[3]{\frac{160E}{5000q}} \quad (5.1)$$

Прийнявши для личкованих плит струганим шпоном деревостружкових плит марки П-А $E = 2900 \text{ МПа}$ (додаток 2) та допустимий прогин полиці $f_{\text{доп}} = 5 \text{ мм/м}$ за формулою (5.1) одержимо

h	12	14	16	19	22	28
l_{max}	511	596	682	809	937	1193

ПРИКЛАД 2. Визначити фактичне і граничне навантаження на бокову стінку книжкової шафи. Стінка шафи виготовлена з деревостружкової плити, облицьована струганим шпоном дуба; її ширина – 300 мм; довжина – 1700 мм, товщина – 17 мм. Ширина шафи – 800 мм, кількість полиць – 5.

Розв'язання

Фактичне навантаження на одну стінку шафи

$$P_{\text{ф.ст}} = blqn \cdot 0,5 = 0,8 \cdot 0,3 \cdot 1200 \cdot 5 \cdot 0,5 = 720 \text{ (Н)}.$$

Діюче навантаження розподілене по довжині стінки в п'яти точках. Для спрощення розрахунку приймаємо, що воно діє зосереджено і прикладене до ребра стінки (тобто розрахунок виконаємо на користь запасу міцності).

Граничне навантаження визначимо згідно формули (4.26), при цьому приймаємо $\mu = 0,699$, $E_0 = 4500 \text{ МПа}$, $\varphi = 0,8$, $K_3 = 3$.

Тоді

$$P_{\text{ст}} = (3,14^2 \cdot 4500 \cdot 10^6 \cdot (0,3 \cdot 0,017^3 / 12)) / ((0,699 \cdot 1,7)^2 (1 + 0,8) \cdot 3) = 714,7 \text{ (Н)}.$$

Фактичне навантаження перевищує допустиме на 0,7 %, тому прийнятні для конструювання розміри шафи задовольняють умовам стійкості бокових стінок.

Перевіримо вірність прийнятих рішень за умовою допустимих напружень. З формули (4.27) маємо

Для деревостружкових плит, личкованих струганим шпоном дуба, допустимі напруження при повздовжньому стисненні $[\sigma_{\text{ст}}] \leq 0,75 - 1,0 \text{ МПа}$, а для личкованих плівками на основі просоченого паперу – $[\sigma_{\text{ст}}] \leq 0,5 \text{ МПа}$. Таким чином, і за допустимими напруженнями умова міцності виконується.

ПРИКЛАД 3. Перевірити міцність вертикальної стінки книжкової шафи при умові зминання її основи. Стінка шафи виготовлена з деревостружкової плити, личкована струганим шпоном дуба; її ширина –

300 мм; довжина – 1600 мм, товщина – 17 мм. Ширина шафи – 800 мм, кількість полиць – 5. Власна вага шафи $P_{вл} = 600$ Н.

Розв'язання

Фактичне зовнішнє навантаження на одну стінку шафи при $q=1200$ Па

$$P_{зовн} = blqn \cdot 0,5 = 0,8 \cdot 0,3 \cdot 1200 \cdot 5 \cdot 0,5 = 720 \text{ (Н)}.$$

Тоді

$$\sigma_{зм} = (P_{зовн} + P_{вл}) / 2bh = (720 + 0,5 \cdot 600) / (2 \cdot 0,3 \cdot 0,017) = 0,1 \text{ (МПа)}.$$

Допустимі значення напруження зминання деревостружкової плити перпендикулярні до пласти $[\sigma_{зм}] \leq 3$ МПа. Таким чином, і в даному випадку, тобто за напруженням зминання ребер вертикальних щитових елементів, умова міцності зберігається.

6 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

Курсова робота з дисципліни «Конструювання виробів з деревини» оформлюється у відповідності з загальними вимогами до текстових документів за ГОСТ 2.105–95.

Курсова робота повинна мати обсяг 30 – 40 сторінок рукописного тексту на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 з обмежувальними рамками і основними написами. Особлива увага повинна відводитись на комп'ютерне оформлення матеріалу, наведення габаритного та архітектурного креслеників та іншого графічного матеріалу.

При написанні роботи студент повинен показати **знання і вміння**: засвоєння теорії, на основі якої виконується робота; теоретичного обґрунтування висновків і пропозицій, які розробляються; оформлення розрахунків **в такому порядку**: формула з обов'язковою нумерацією – опис позначень – підстановка цифрового значення кожного символу в порядку розміщення у формулі – результат, одиниці виміру; грамотне, без виправлень розбірливе написання тексту роботи з дотриманням вимог до текстових документів; логічна побудова висновків та захист оформленої роботи.

Серед цих вимог і стосовно до специфіки дисципліни необхідно звернути увагу на виклад тексту роботи. Він повинен подаватись в розрізі завдань з їх обов'язковим виділенням. Помилковим є залишення вільних місць після закінчення питання, перед таблицями, штучне розтягування обсягів роботи. Після викладу одного підпункту робиться відступ – 2...3 см і вказується наступний. У тексті слід уникати загальних фраз, повторень, тез, що не підтверджуються попередніми або наступними розрахунками, дотримуватись логічної послідовності, виділяти поля і абзаци.

За кожною цитатою з підручників, посібників чи монографій, журнальних статей необхідно робити зноски в квадратних дужках після її наведення, де перша цифра показує порядковий номер джерела в списку літератури, а друга – сторінку. Наприклад, [1, с.30] означає, що цитується джерело 1 списку літератури, а цитата знаходиться на сторінці 30.

Вимоги до оформлення зведених відомостей:

- наявність порядкового номеру (без знаку №) , заголовка (загального заголовка) або часткових (в рядках, графах) одиниць виміру;
- показники повинні бути названі правильно і повністю з використанням тільки загальноприйнятих скорочень (грн., год, хв, шт. тощо);
- заповнювати потрібно всі графи; при відсутності показника ставиться «...», якщо показник не може мати значення – знак «х», а коли значимість менша прийнятої точності – знак «0,00»;
- загальні назви і одиниці виміру однорідних величин доцільно виносити в окремий рядок чи графу;
- таблиця мусить бути замкнутою по графах підсумковими або середніми показниками.

Перехід від тексту до таблиці повинен бути таким: спочатку наводиться методика розрахунку, здійснюються за формулами необхідні обчислення, а потім проводиться запис у таблицю.

Побудова залежностей за результатами розрахунку виконується на аркушах ватману у відповідності до завдання. Побудова габаритного кресленика виробу здійснюється на аркушах формату А4, які підшиваються в записку.

Курсова робота повинна закінчуватися списком використаної літератури. Список літератури повинен бути складений відповідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 в послідовності їх використання (появи посилань) в тексті записки.

Титульна сторінка курсової роботи виконується відповідно до додатку Ж та починається із змісту, де вказуються сторінки, потім – текст, в кінці роботи – список використаної літератури.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Барташевич А.А. Конструирование мебели [Текст]: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Технология и дизайн мебели» / А.А. Барташевич, С.П. Трофимов. – Мн.: Современная школа, 2006. – 336 с. : 32 ил.
2. Бобиков П.Д. Конструирование столярно-мебельных изделий [Текст] / П.Д. Бобиков. 4-е изд. – М.: Высшая школа, 1989. – 176 с.
3. Войтович І.Г. Основи технології виробів з деревини [Текст]: Підручник / І.Г. Войтович. – Львів: ТзОВ «Країна ангелят», 2010. – 305 с.
4. Гайда С.В. Методичні вказівки для виконання розрахункових робіт з курсу "Конструювання виробів з деревини"[Текст] / С.В. Гайда. – Львів: НЛТУ України, 2013. – 44 с.
5. Гончаров Н.А. Технология изделий из древесины [Текст]: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. и дополн. / Н.А. Гончаров, В.Ю. Башинский, Б.М. Буглай. – М.: Лесн. пром-сть, 1990. – 528 с.
6. Дячун З.Й. Конструювання меблів: Корпусні вироби [Текст]: Навч. посіб. / З.Й. Дячун. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська акад.», 2007. – Ч.1. – 378 с.
7. Дячун З.Й. Конструювання меблів: Стільці, столи та крісла, меблі для відпочинку. Взаємозамінність. Міцність [Текст]: Навч. посіб. / З.Й. Дячун. – К.: Вид. дім «Києво-Могилянська акад.», 2013. – Ч.2. – 482 с.
8. Кес Д. Стили мебели [Текст] / Д. Кес. – Будапешт: Изд. Академии наук Венгрии, 1982. – 280 с.
9. Погребский М.П. Пособие конструктору мебели [Текст] / М.П. Погребский. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 161 с.
10. Радчук Л.И. Основы конструирования изделий из древесины [Текст]: учеб. пособие / Л.И. Радчук. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 200 с.: ил.
11. Справочник мебельщика. Конструкции и функциональные размеры. Материалы. Технология производства [Текст] / В.Е. Кузнецов, Б.И. Артамонов, В.Ф. Савченко, В.Н. Розов; под редакцией В.П. Бухтиярова. 2-е изд., перераб. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 360 с.

Додаток А – Варіанти виробів корпусних меблів

Номер варіанту	Найменування виробу	Тип корпусу	Вид основи опори	Розміри прорізу корпусу, мм		Конструктивно функціональна характеристика
				ширина, <i>b</i>	висота, <i>h</i>	
1	Шафа для одягу і білизни	1	Ніжки	1090	1692	Шафа з двома відділеннями: в відділенні для білизни встановлено три висувних ящики (внизу) і чотири полки; в відділенні для суконь – штанга і полка для головних уборів
2		Цокольна коробка				
3		Опорний ослін	850	1692		
4		–				
5		Ніжки	1292	1692		
6		Цокольна коробка				
7		–	1364	1692		
8		Опорний ослін	1412	1692		
9	Шафа для білизни	1	Ніжки	850	1356	В нижній частині шафи встановлено чотири висувних ящики; в верхній частині за дверима – два відділення, в кожному встановлена полка
10		Опорний ослін				
11		Цокольна коробка	802	1260		
12		–				
13	Шафа для книг	3	–	802	1500	Верхні двері шафи рамочної конструкції, заklenі: за дверима переставні полки. В нижній частині два відділення: в кожному відділенні ящик і полка(за дверима)
14		Ніжки				
15		Опорний ослін	850	1500		
16		Цокольна коробка				
17	Секретер	1	Ніжки	802	1500	За відкидними і верхніми дверима – полки. В нижній частині корпусу під відкритою нішею – два відділення; в верхній частині кожного відділення висувний ящик
18		Опорний ослін				
19		Цокольна коробка	850	1692		
20		–				
21	Шафа для посуду	1	Ніжки	802	1500	За заklenеними рамочними дверима – скляні полки; в ніші – дзеркало. В нижній частині корпусу – два відділення. В правому відділенні корпусу (23; 24) під відкритою нішею – бар
22		Опорний ослін				
23		Цокольна коробка	850	1692		
24		–				
25	Тумба під телевизор	4	Ніжки	1220	540	Тумба призначена для встановлення телевизора. Проріз корпусу розділений вертикальними перегородками на три (25-28) чи два (29; 30) відділення; в кожному відділенні – полка чи ящики (25; 26), ящик і полка (27-30). Під кришкою корпусу (29; 30) – ніша для відеоплеєра
26		Опорний ослін	1292	540		
27		Цокольна коробка	1220	540		
28		–	1292	636		
29		Цокольна коробка	802	540		
30		–	850	636		

Додаток Б – Схема виробів за варіантами завдань

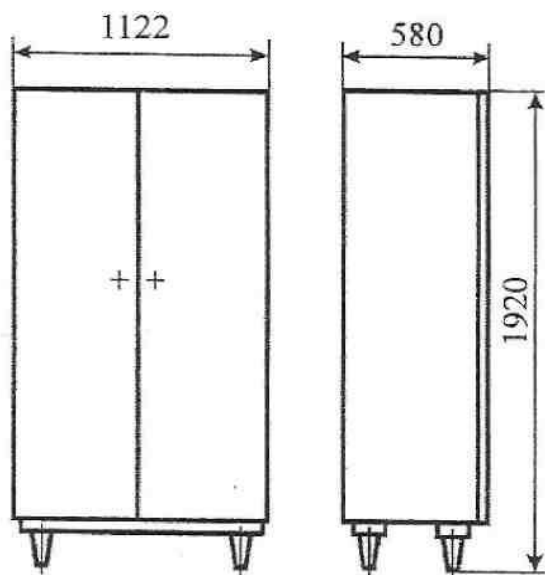


Рисунок 1

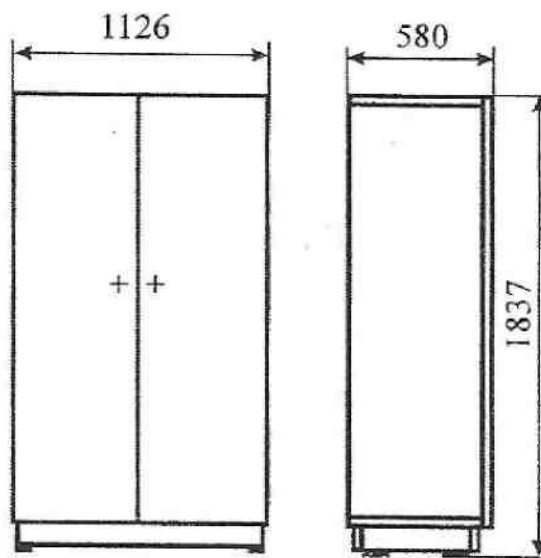


Рисунок 2

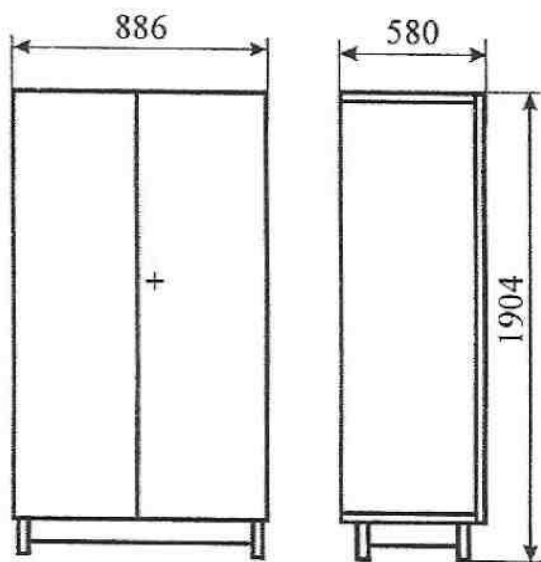


Рисунок 3

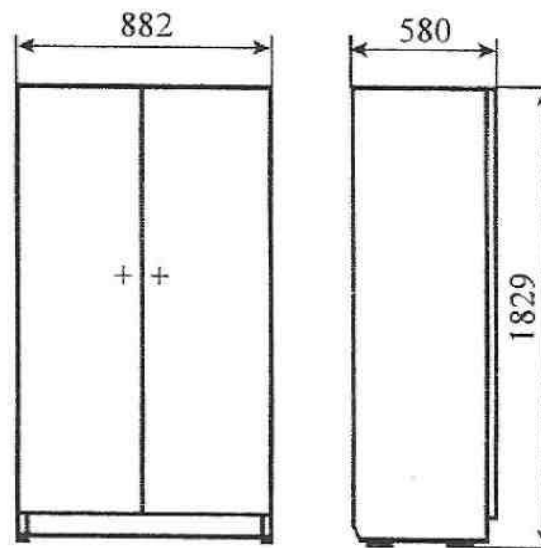


Рисунок 4

Продовження додатку Б

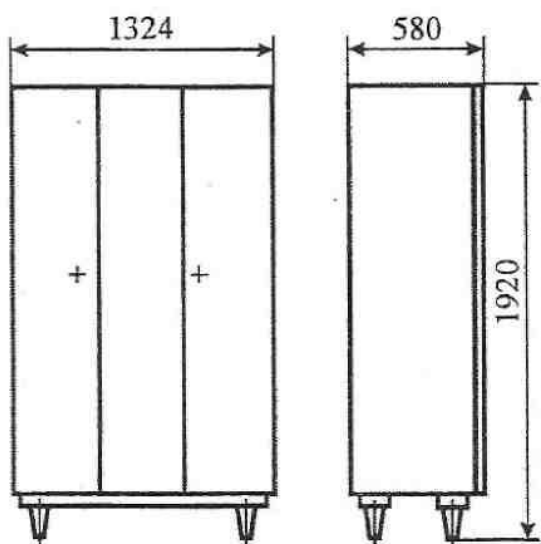


Рисунок 5

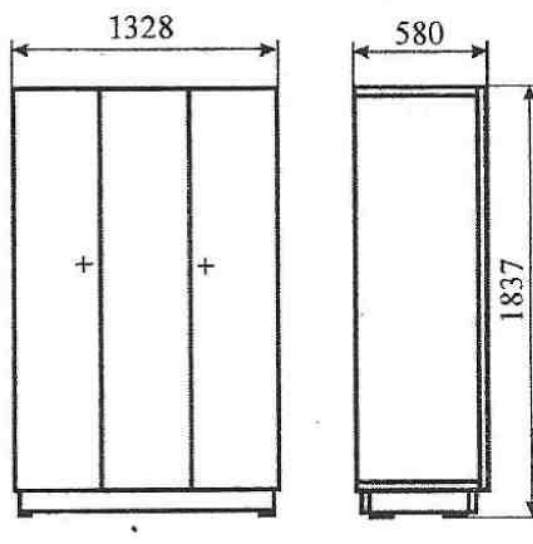


Рисунок 6

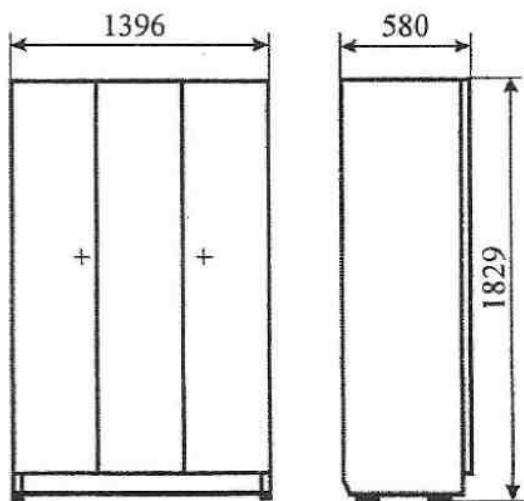


Рисунок 7

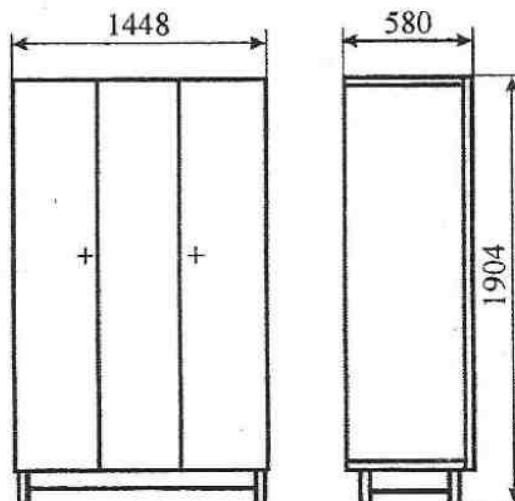


Рисунок 8

Продовження додатку Б

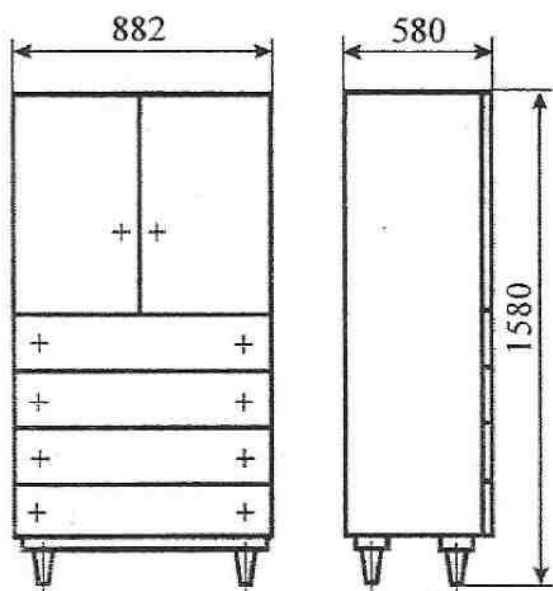


Рисунок 9

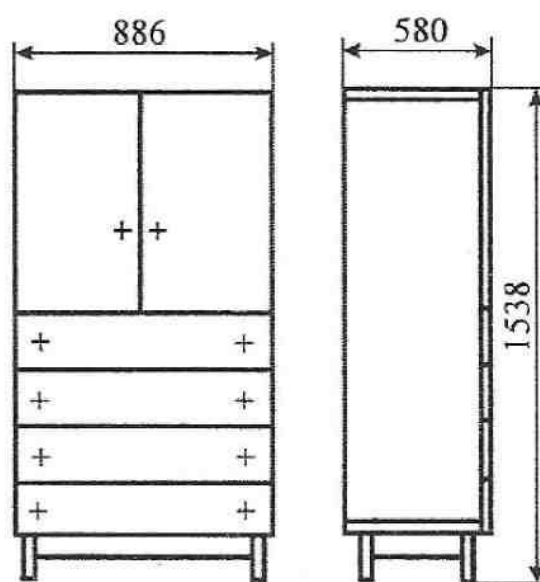


Рисунок 10

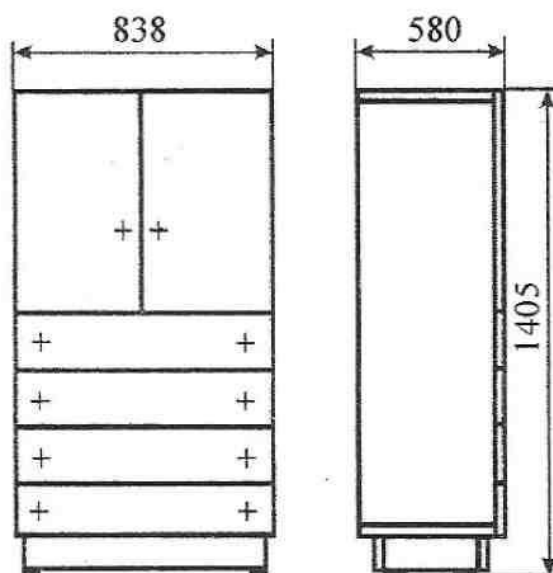


Рисунок 11

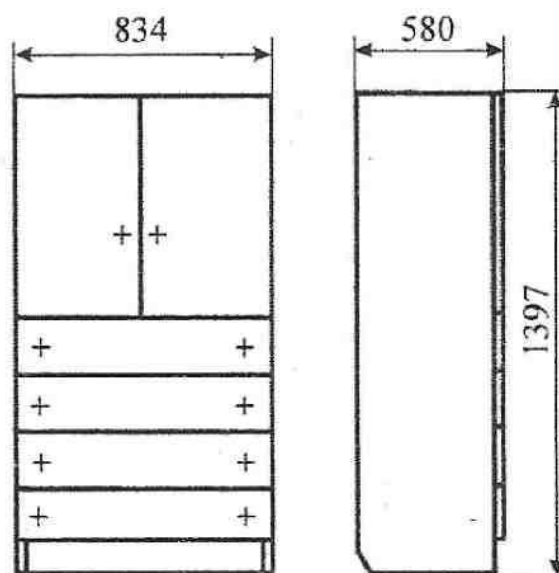


Рисунок 12

Продовження додатку Б

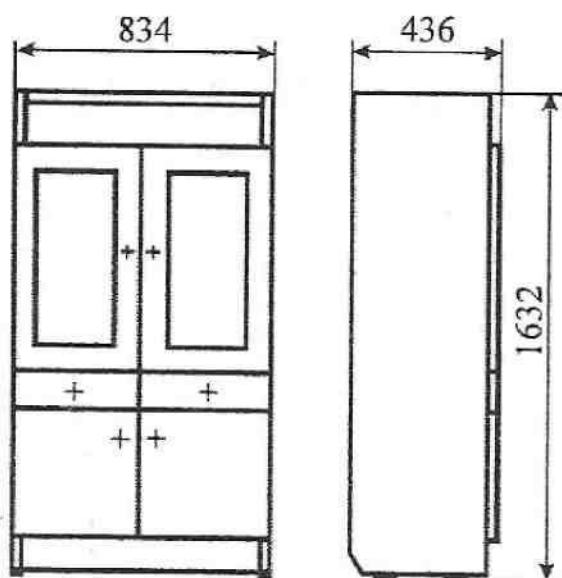


Рисунок 13

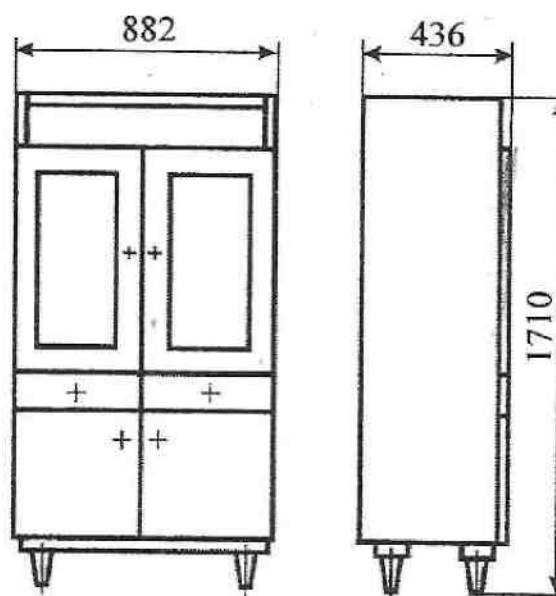


Рисунок 14

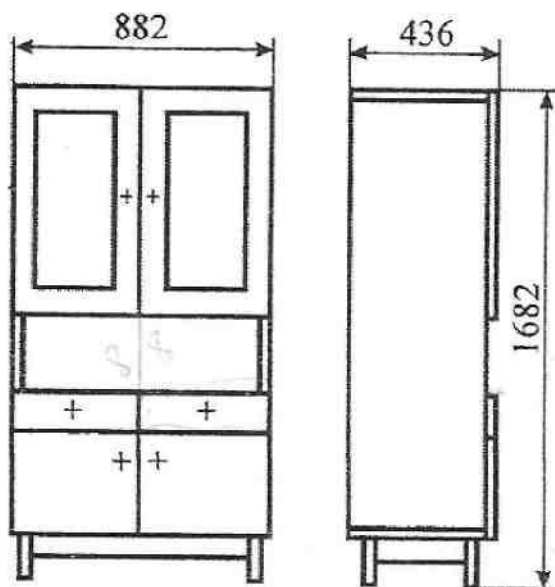


Рисунок 15

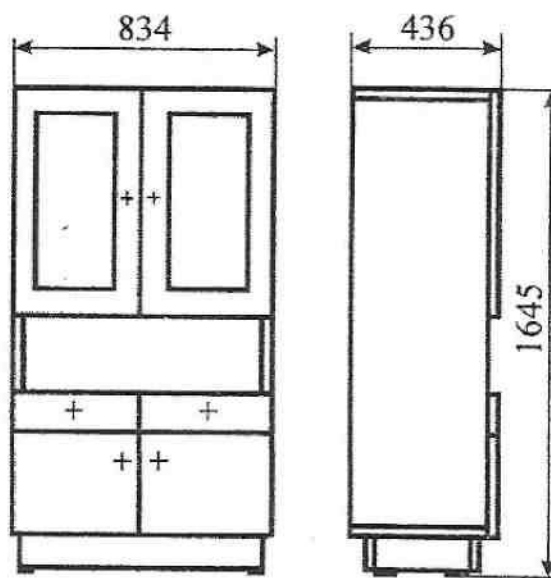


Рисунок 16

Продовження додатку Б

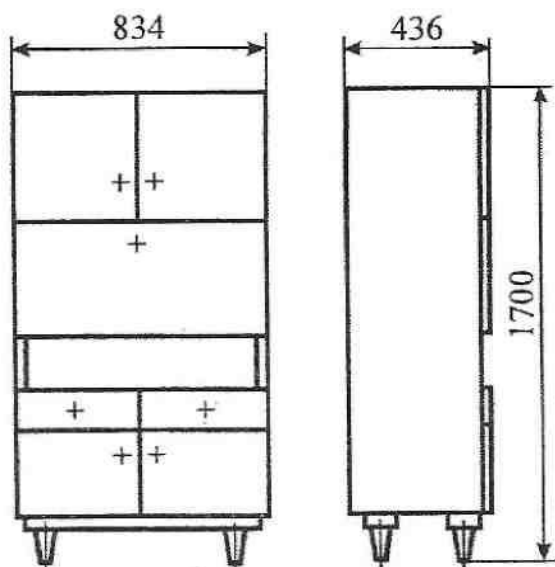


Рисунок 17

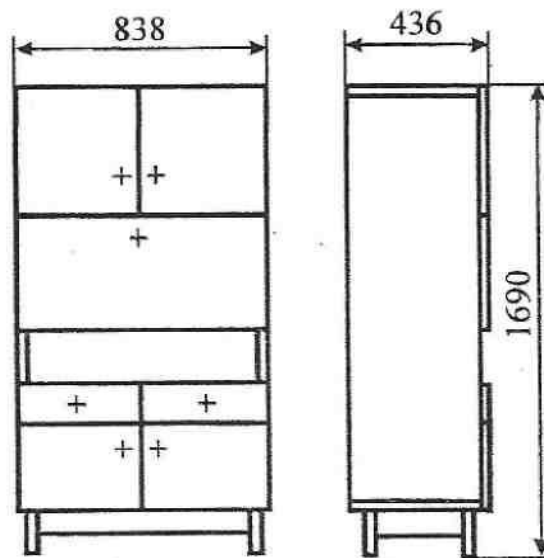


Рисунок 18

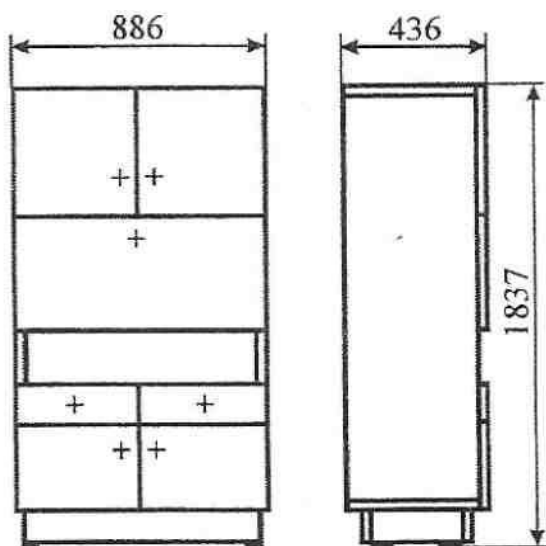


Рисунок 19

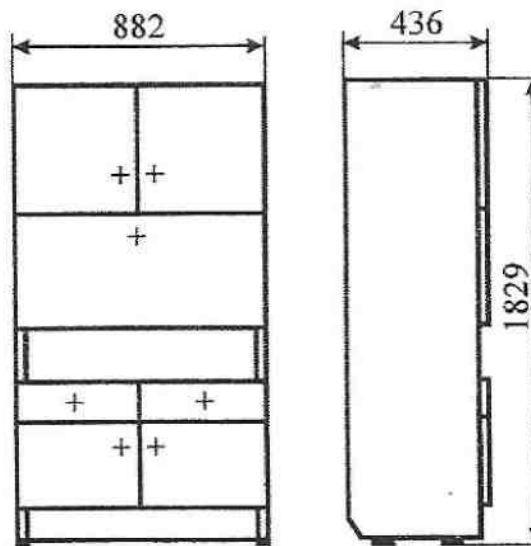


Рисунок 20

Продовження додатку Б

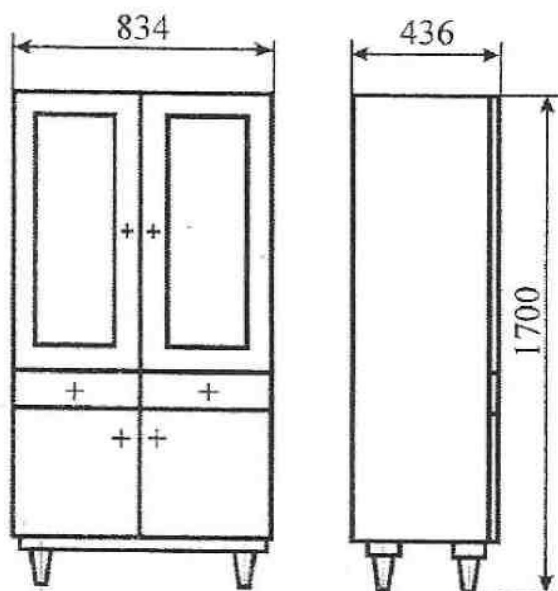


Рисунок 21

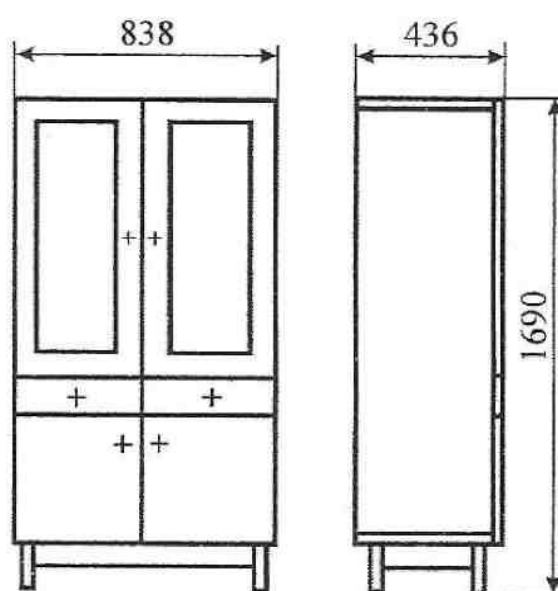


Рисунок 22

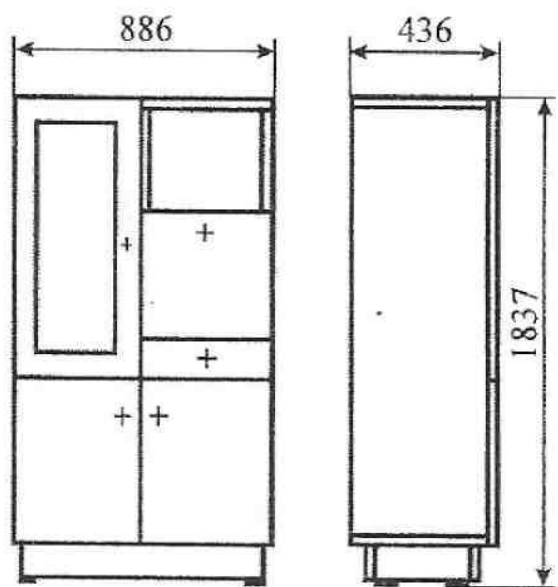


Рисунок 23

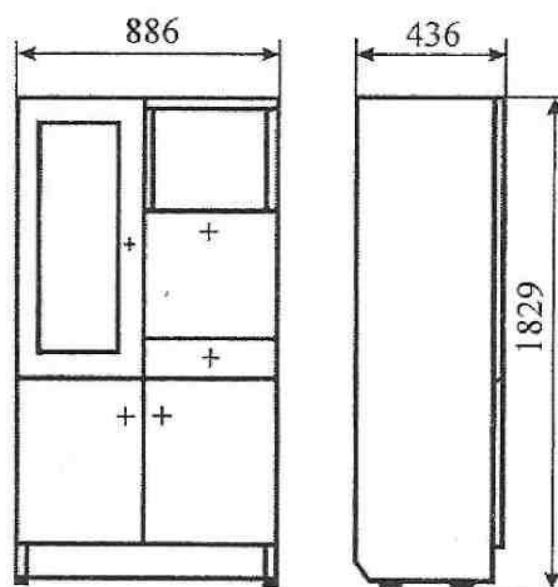


Рисунок 24

Закінчення додатку Б

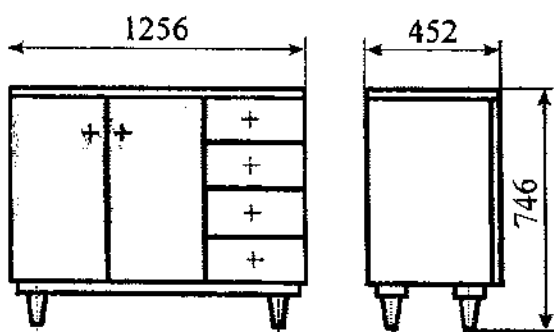


Рисунок 25

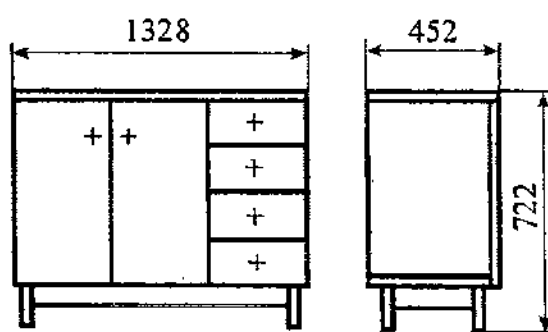


Рисунок 26

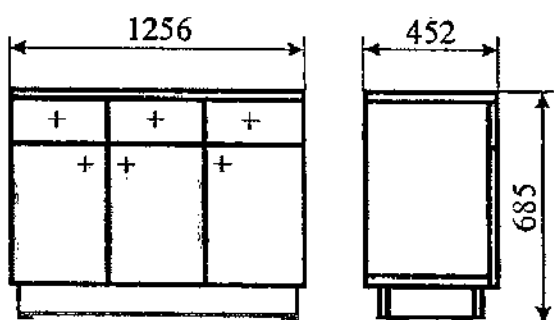


Рисунок 27

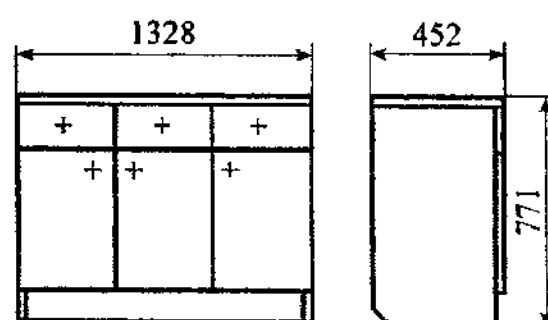


Рисунок 28

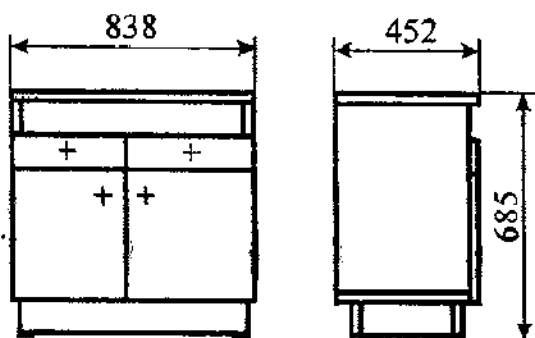


Рисунок 29

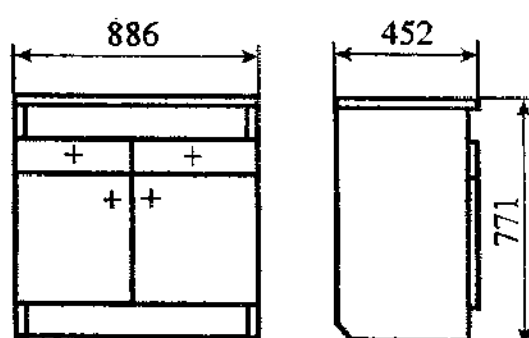


Рисунок 30

Додаток В – Фізико-механічні властивості натуральної деревини при вологості 12%

Порода	Щільність, кг/м ³	Межа міцності, МПа, при					Твердість деревини, МПа		
		Стисненні вздовж волокон	Розтягу вздовж волокон	Статичному згині	Сколюванні вздовж волокон на площині		Торцева	Радіальна	Тангенціальна
					Радіа- льний	Танген- ціальний			
Модрина	660	64,5	125,0	111,5	9,9	9,4	43,5	29,5	29,0
Сосна	500	48,5	103,5	86,0	7,5	7,3	28,5	24,0	25,0
Ялина	445	44,5	103,0	79,5	6,9	7,8	26,0	18,0	18,0
Кедр	435	42,0	90,5	73,5	6,6	7,0	22,0	–	–
Смерека	375	39,0	67,0	68,5	6,4	6,5	28,0	17,0	–
Граб	800	60,0	141,0	137,0	15,6	19,4	90,5	77,0	78,5
Акація	800	75,5	176,0	158,0	–	–	97,0	68,0	78,0
Груша	710	58,5	–	110,5	8,9	14,2	79,0	59,5	60,5
Дуб	690	57,5	–	107,5	10,2	12,2	67,5	56,0	49,0
Клен	690	59,5	–	120,0	12,4	14,2	76,0	55,5	59,0
Ясен	680	59,0	145,0	123,0	13,9	13,4	80,0	59,0	67,0
Бук	670	55,5	123,0	108,5	11,6	14,5	61,0	43,5	44,5
В'яз	650	48,0	–	95,5	9,1	10,2	56,0	42,5	42,5
Береза	650	55,0	168,0	109,5	9,3	11,2	46,5	37,0	33,0
Горіх	590	55,0	–	110,0	11,0	11,6	–	–	–
Вільха	520	44,0	101,0	80,5	8,1	10,0	40,0	27,5	27,0
Осика	495	42,5	125,5	78,0	6,3	8,6	26,5	19,0	20,5
Липа	495	45,5	121,0	88,0	8,6	8,1	26,0	17,0	18,0
Тополя	455	39,0	91,0	69,0	6,1	7,2	26,5	18,5	–
Верба	455	38,5	–	–	–	–	–	–	–

Додаток Г – Фізико-механічні властивості плит загального призначення при вологості 5 – 12 %

Основні показники	Норма для плит	
	П-А	П-Б
Розбухання за товщиною, %: за 24 год за 2 год	22 12	33 15
Межа міцності при згині, МПа для товщин: 8-12 мм 13-19 мм 20-30 мм	18 16 14	16 14 12
Межа міцності при розтягу перпендикулярно до пласті, МПа для товщин: 8-12 мм 13-19 мм 20-30 мм	0,35 0,30 0,25	0,30 0,30 0,25
Питомий опір витягуванню шурупів, Н/м ² : із пласті із крайки	60 50	55 45
Шорсткість поверхні R_m , мкм: шліфованої із звичайною поверхнею шліфованої із дрібноструктурною поверхнею нешліфованої	50 32 320	63 40 500
Модуль пружності при статичному згині, МПа: для личкованих плит для ламінованих плит для неличкованих плит	4500 2800 2400	4000 2500 2100
Довготривалий модуль пружності, МПа: для личкованих плит для ламінованих плит для неличкованих плит	2900 1800 1450	2600 1600 1300

Додаток Д – Характеристики плівкових матеріалів на основі просочених паперів

Матеріал	Тип, марка	Область використання
<i>Для личкування пластей щитових деталей</i>		
Листові плівки на основі просочених паперів з глибоким ступенем затвердіння	А	Лицеві і внутрішні поверхні усіх видів меблів під опорядження НЦ-, ПЕ-лаками і лаками кислотного затвердіння
	В	Лицеві поверхні усіх видів меблів під опорядження ПЕ-лаками; внутрішні, крім кухонних меблів, – без наступного опорядження
	С	Лицеві і внутрішні поверхні усіх видів меблів під опорядження НЦ-лаками й емалями
	Д	Внутрішні поверхні усіх видів меблів, крім кухонних, без наступного опорядження; лицеві – під оздоблення НЦ-лаками і лаками кислотн. затвердіння
Рулонні плівки на основі декоративних паперів, просочених синтетичними смолами	РП	Лицеві поверхні усіх видів меблів під опорядження ПЕ-лаками, внутрішні – без наступного опорядження
	РПЕ	Лицеві поверхні усіх видів меблів під опорядження НЦ-лаками і лаками кислотного затвердіння
	РПЛ	Для внутрішніх поверхонь без наступного оздоблення і для лицевих із наступним опорядженням із зменшеною витратою лакофарбових матеріалів
	РПТ	Для лицевих поверхонь без опорядження
	РПЛП	Для внутрішніх поверхонь без наступного оздоблення і для лицевих із наступним опорядженням із зменшеною витратою лакофарбових матеріалів
	РПТЕ	Для лицевих поверхонь без опорядження
	РПХМ	Лицеві поверхні усіх видів меблів, крім кухонних
	РПХПЕ	Профільно-погонажні елементи меблів, лицеві поверхні усіх видів меблів, крім кухонних
	РПЛ-П	Профільно-погонажні елементи меблів
<i>Для личкування крайок різноманітних деталей</i>		
Крайковий рулонний одношаровий з лаковим покриттям	МКР-1	Фасадні та інші крайки, в кухонних меблях – тільки з меламіновим покриттям без тиснення
	МКРМФ-1	Фасадні та інші поверхні крайок всіх видів меблів
Крайковий рулонний двошаровий з меламіновим покриттям	МКР-2	Фасадні та інші поверхні крайок всіх видів меблів
Крайковий рулонний двошаровий з поліефірним покриттям	МКРПЕ-2	Фасадні та інші поверхні крайок всіх видів меблів
Крайковий рулонний тришаровий з меламіновим покриттям	МКР-3	Фасадні та інші поверхні крайок всіх видів меблів
Крайковий смугастий тришаровий з меламіновим покриттям	МКС-3	Фасадні та інші поверхні крайок всіх видів меблів
Крайковий смугастий двошаровий з поліефірним покриттям	МКСПЕ-2	Фасадні та інші поверхні крайок всіх видів меблів

Додаток Е – Основні уніфіковані розміри елементів корпусних меблів

Найменування елементів	Види корпусних меблів та розміри, мм	
	Загальні	Кухонні
Глибина корпусу	332, 416, 560	272, 560
Ширина проїомів корпусу	384, 408, 528,	384
	802, 850, 1090,	568
	1220, 1292, 1652	802
Висота проїомів корпусу	300, 396, 540,	94, 126, 174, 300,
	636, 780, 828,	396, 540, 588, 626,
	1120, 1116, 1260,	684, 702, 828, 1260,
	1500, 1602	1356, 1500, 1692
Ширина дверей	416, 440, 560	416, 600
Висота дверей	332, 380, 428,	332, 428, 524,
	572, 620, 668,	572, 620, 668,
	859, 956, 1052,	716, 860,
	1099, 1148, 1196,	1292, 1388,
	1292, 1532, 1724	1532, 1724
Ширина декоративних брусків	44, 92, 108, 140,	-
	188, 212, 284	
Ширина накладок ящиків	44, 92, 108, 140,	-
	188, 212, 284	
Ширина елементів плінтусних коробок	92	-
	140	

Додаток Ж – Зразок титульної сторінки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чернігівський національний технологічний університет

Кафедра технологій
машинобудування та
деревообробки

КУРСОВА РОБОТА

з дисципліни «Конструювання виробів з деревини»
на тему «Розробка конструкції меблевого виробу»

Виконав
студент групи _____

(Прізвище та ініціали)

Керівник

(Прізвище та ініціали)

