

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І. С. Гулого
Кафедра мехатроніки та пакувальної техніки
Освітній ступінь магістр
Спеціальність 131 Прикладна механіка
(код і назва)
Освітньо-професійна програма Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПТ
Соколенко, А.І.
“05” 11 2020 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Молоствов Іван Олексійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження виконавчого механізму пристрою пресування паперових відходів

керівник роботи Ковальов Олександр Іванович, доцент, к.т.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “05” 11 2020 року № 925-кв

2. Строк подання здобувачем роботи 2.02.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи сировина ПЕТ-пляшка, кут заточки ножа 45°, паспорт машини переробки

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Реферат. Зміст. Вступ. Літературний огляд. Міжнародні стандарти на сировину. Аналіз конструкцій обладнання для формування кип і рулонів з макулатури. Постановка задачі. Проектно-конструкторські розробки. Охорона праці. Висновки. Використана література. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу презентація складається з 20 слайдів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 5.11.2020 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Реферат	6.11.2020	
2	Вступ	7.11.2020	
3	Розділ 1. Аналіз існуючих конструкцій і патентів	9.11.2020	
4	Постановка завдання на дослідження	12.11.2020	
5	Розділ 2. Аналітичні дослідження параметрів кривошипних механізмів, пресів.	16.11.2020	
6	Розділ 3. Аналітичні дослідження параметрів пресів з паралелограмним механізмом.	23.11.2020	
7	Розділ 4. Техніка безпеки при роботі з пресами та при експериментальних дослідженнях.	8.01.2021	
8	Загальні висновки	16.01.2021	
9	Перелік використаних літературних джерел. Додавки	18.01.2021	
10	Розробка креслень	23.01.2021	
11	Підготовка презентації	28.01.2021	

Здобувач

_____ (підпис)

Молостцов І.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ковальов О.І.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна магістерська робота, 100 стор., 9 табл., 25 рис., 29 позиції літературних джерел.

ПАПЕРОВО-КАРТОННІ ВІДХОДИ. ПРЕСА ДЛЯ ВТОРСИРОВИНИ. МЕХАНІЗМИ ПРИВОДІВ ПРЕСІВ. КРИВОШПНО-КОРОМИСЛОВИЙ МЕХАНІЗМ. РОМБОВИДНИЙ МЕХАНІЗМ. КІНЕТОСТАТИКА.

Випускова магістерська робота " Дослідження виконавчого механізму пристрою пресування паперових відходів " складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку використаних літературних джерел.

Преса призначені для створення транспортних пакетів з макулатури, зменшують об'єм відходів в 3-5 разів і дозволяють суттєво економити на перевезенні втор сировини. Метою дослідження було аналіз існуючих конструкцій пресів для макулатури та аналітичне дослідження з метою визначення параметрів важільних механізмів з метою доцільності їх використання в якості виконавчого механізму пресу.

У 1-му розділі розроблена класифікація і зроблений аналіз типових конструкцій пресів. Обґрунтована доцільність використання пресів з деякими важільними механізмами.

Другий розділ. Проведено аналітичне дослідження кривошипно шатунного механізму і визначенні його кінематичні характеристики.

Третій розділ. Виконано дослідження ромбовидного механізму і обґрунтовано його доцільність у використанні в пресах малої та середньої потужності.

Четвертий розділ. Охорона праці. Техніка безпеки та проведення досліджень та налаштувань пресу.

Висновки узагальнюють результати досліджень, а саме: виконано геометричні і силові розрахунки параметрів гравітаційних спусків вантажів;

ABSTRACT

Qualifying master's thesis, 64 pages, 9 tables, 25 figures, 29 positions of literary sources.

DYNAMICS, ENERGY RECOVERY, MIXED ORIENTATION MACHINES, LOADING, GRAVITY DOWN, SYNTHESIS, KINEMATICS, DRIVING FACTOR.

The master's thesis "Study of the dynamics and possibilities of energy recovery in machines of mixed orientation" consists of an introduction, four chapters, conclusions and a list of references.

The dynamics and possibilities of limiting the energy costs of any technological machine are related to its structure, orientation of moving parts in the gravitational field, the ratio of driving factors and resistance factors, the dynamics of static loads, the forces of harmful resistances.

The variable orientation of the moving links affects the uniformity of the leading links and, obviously, the oscillating processes.

The purpose of the study is defined as the search for limitations of dynamic loads and prospects for energy recovery.

The analysis presented in the introduction allowed to formulate research objectives.

In the 1st section the estimation of features of energy transformations and energy losses in technological machines of mixed orientation is executed.

The second section is devoted to the features of gravitational descents of goods, including the role of energy-storing storage systems.

The third section deals with the kinematic synthesis of gravitational lowering devices.

Section 4 presents materials related to the synthesis of systems with limited dynamic parameters.

The conclusions summarize the results of research, namely: geometric and force calculations of the parameters of gravitational descents of goods; mathematical models of the system with limited power parameters and energy recovery have been developed.

ЗМІСТ

Вступ.....	
Розділ 1. Аналіз технологій сортування і пристроїв для попереднього пресування паперу при створення групової транспортної упаковки.....	
1.1. Види та марки макулатури.....	
1.2. Міжнародні стандарти на сировину.....	
1.3 Напрямки заготовки та сортування макулатурної сировини.....	
1.4 Аналіз конструкцій обладнання для формування кип і рулонів з макулатури.....	
1.5 Обладнання для пресування вторинної сировини	
Розділ 2. Аналітичне дослідження параметрів кривошипних механізмів пресів	
2.1 Кінематика кривошипних механізмів машин для пресування вторсировини.....	
2.2 Діючі сили при пресуванні у випадку використання кривошипного важільного механізму.....	
Розділ 3. Аналітичне дослідження ромбовидного пресу	
3.1 Визначення основних параметрів ромбовидного преса.....	
3.2 Визначення параметрів гідроприводу.....	
Розділ 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях на підприємствах з переробки паперово-картонних відходів	
Висновки та рекомендації	
Додатки	
Перелік використаних літературних джерел	

ВСТУП

Розвиток целюлозно-паперової промисловості України в умовах ринку та жорсткої конкуренції передбачає реконструкцію застарілих виробництв, модернізацію фізично і морально зношених папероробних машин, а також розробку нового високоефективного енергозберігаючого обладнання, яке може виробляти конкурентоспроможну паперову продукцію, що відповідає всім технічним та споживчим нормам. Продукція паперової промисловості настільки широко використовується в повсякденному житті, що важко уявити існування сучасного цивілізованого суспільства без цієї. Та не зважаючи на це, щороку в Україні викидають тисячі, а можливо і мільйони тон, непотрібного, але все-таки можливого для переробки матеріалу.

На сьогодні широкого використання набув папір побутового і санітарно-гігієнічного призначення. На основі паперу побутового і санітарно-гігієнічного призначення підприємства випускають широкий асортимент виробів, які призначені для забезпечення життєдіяльності людей. Також слід зауважити що за останні 20 років в Україні в 4 рази збільшився асортимент пакувальних матеріалів та паковань. До прикладу, на одного українця припадає 82 кг паковань на рік, що становить взагалі 3,0–3,2 млн тон відходів паковань, які треба обов'язково переробляти і повторно використовувати. В Європі внаслідок рециклінгу переробляють близько 30 % штучних відходів, 40 % припадає на видобуток енергії і 30 % на сміттєзвалище.

З огляду на те, що виробництво паковань набуло вражаючих розмірів, спричиняючи значне екологічне навантаження, нині потрібно застосовувати сучасні підходи і діяти відповідно до європейської стратегії поводження з відходами. Оскільки в Україні нема єдиного комплексного підходу у виборі методу переробки відходів, тому потрібно акцентувати увагу на екологічному, економічному та соціальному ефектах, враховуючи

особливості регіону чи окремого населеного пункту чи територіальної громади.

На території України, нараховується приблизно 30 тисяч несанкціонованих сміттєзвалищ. Отже, виходячи з цього факту, можна сказати більше ніж 90% відходів не сортується для переробки і для подальшого використання, цих продуктів в повсякденному житті людини. Для вирішення цієї проблематики потрібно створити умови та оптимізувати процес перевезення та переробки целюлозно-паперових матеріалів.

В Україні побутові відходи як вторинну сировину використовують у набагато менших обсягах за реальні можливості. Зокрема, держава щороку втрачає значні обсяги вторинної сировини: паперу і картону до 1 млн тон (кожна тонна макулатури зберігає 17 дерев, або замінює 900 кг целюлози), скла — 1,2 млн тон, полімерів — 600 тис. тон.

В Україні принципи поводження з відходами регулюють такі законодавчі документи: Закон України «Про відходи», Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», Закон України «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», Кодекс України «Про надра» та інші нормативно-правові акти [3].

Пакування із картону та паперу вважається більш екологічним, оскільки воно швидко розкладається у навколишньому середовищі. Зокрема, макулатура розкладається за два-три роки, консервні бляшанки — десятки, а скло — сотні років [2]. Утім, всі вони піддаються вторинній переробці.

Важливим аспектом є проектування пакувань із врахуванням рециклінгу матеріалів. Рециклінг матеріалів включає процес нового використання матеріалів — відходів для виготовлення продукції повторного споживання або іншого призначення.

Папір та картон надходять на розвантажувальний майданчик, де здійснюється візуальний контроль за якістю сировини. Для зменшення витрат на транспортування макулатури, сировину пресують за допомогою пресу.

РОЗДІЛ 1.

Аналіз технологій сортування і пристроїв для попереднього пресування паперу при створення групової транспортної упаковки

1. Види та марки макулатури

Різновид номенклатури паперо-картонної продукції, особливості її використання та специфіка заготовки для вторинної переробки є причиною значної різномірності складу макулатурної сировини. Практика показала, що для отримання необхідної якості конкретної продукції з вторинного волокна потрібно використовувати тільки певні види макулатури. Порушення цього принципу призводить до зниження якості продукції або подорожчання процесу підготовки макулатурної маси. У зв'язку з цим, усі види макулатури поділяються на групи та марки. Відмітим основні признаки такого поділу:

- за видом походження макулатури (відходи виробництва, переробки або використання);
- за ступенем забруднення макулатури сторонніми речовинами (біла, слабо забруднена, сильно забруднена, пофарбована, з покриттям, просоченням та так далі);
- за однорідності складу макулатури (змішана, відсортована);
- за змістом у макулатурі волокон деревної маси (що не містить, що містить у обмеженій кількості, повністю із волокон деревної маси);
- за змістом у макулатурі волокон сульфатних часток целюлози (що не містить, що містить у обмеженій кількості, повністю із волокон сульфатних суконь целюлози);
- за вологостійкістю макулатурної сировини(вологостійке невологостійке, продукція із вологостійким покриттям).

Крім вказаних, можливі й інші признаки розділу макулатури за групами та марками. Світовий досвід показує тенденцію до збільшення

переліку різних ознак розділу макулатурної речовини зі збільшенням об'єму його застосування.

2. Міжнародні стандарти на сировину (макулатуру)

Як правило, кількість марок переробної макулатурної сировини безпосередньо пов'язано з об'ємом та кількістю масових видів паперо-картонної продукції, що виробляється та утилізується в даній країні. Так, уся маса макулатури в Польщі поділяється на 4 марки, в Чехії – на 7, в Англії – на 11, в Фінляндії – на 20, в Німеччині – на 41 марку.

Країнами ЄС 12 грудня 2001 року був прийнятий Європейський стандарт EN 643, де усі марки макулатури були поділені на 5 груп. Усього 57 марок.

Група 1. Звичайні сорти (11 марок). Суміш різних сортів паперу та картону без обмеження на вміст короткого волокна.

Група 2. Середні сорти (12 марок). Газети, журнали, книги (без обкладинок) та інші види паперів, що містять деревну масу.

Група 3. Високі сорти (19 марок). Білі, мало друковані види паперу та картону з обмеженим вмістом маси деревини .

Група 4. Макулатура крафт-якості (8 марок). Продукція та відходи використаного та не використаного паперу та картону, що містять переважно сульфатну целюлозу (гофрокартон, папір для пакетів і мішків і т. п.).

Група 5. Макулатура спеціальної якості (7 марок). Різні види вологостійких паперів та картонів, а також картоно-паперова продукція з різним покриттям.

Всередині окремих груп розподіл марок здійснюється за ступенем підвищення якості видів макулатури у кожній групі. Нумерація марок починається з гірших видів, та закінчується найкращими.

3. Напрямки заготовки та сортування макулатурної сировини

Основою ефективності системи переробки макулатури є нерозривність ланцюга: «продукція – споживач – макулатура – продукція», схематично представленої на рис. 1.



Рис. 1. Схема взаємозв'язку основних ланок у системі збору та переробки макулатури.

Основні джерела постачання макулатури на переробні виробництва.

Існує три групи джерел надходження макулатури на переробку.

По-перше, це власні відходи, зрізи, обрізна кромка і інші відходи, що утворюються на підприємствах, що виготовляють папір і картон. Дана макулатура однорідна за складом і практично не містить сторонніх (поза виробничих) забруднень. Вона зазвичай використовується самими підприємствами як оборотний брак. Її кількість, як правило, унормовано.

По-друге, це відходи підприємств, переробних папір і картон в виробі. Дана макулатура складається, головним чином, з виробничого браку,

обрізків, елементів висікання і інших відходів паперу і картону. Вона досить чиста і однорідна за складом. Таку макулатуру збирають прямо на підприємствах, упаковують і поставляють на переробні підприємства. Останнє відноситься до тих підприємств, на яких відсутнє виробництво паперу або картону. Якщо таке виробництво є, то вказана макулатура використовується також, як і в джерелах першої групи.

По-третє, це макулатура, яка надходить від підприємств, організацій і населення у вигляді використаних виробів з паперу та картону. До цієї групи джерел слід віднести і макулатуру, що виділяється з твердих побутових відходів. Дана макулатура, як правило, неоднорідна за складом і містить велику кількість забруднень. Переробка її досить складний і дорогий процес. Між джерелами цієї групи і споживачами макулатури часто знаходяться спеціальні заготівельні організації. Їх завдання не тільки посередницькі. Вони займаються сортування макулатури, відділенням з неї великих сторонніх включень і упаковкою її в кипи.

Макулатура, що утворюється в перших двох групах джерел, практично повністю використовується. Резерви збільшення обсягу використання макулатури знаходяться в третій групі джерел, потенціал яких сьогодні ще далеко не вичерпаний.

Мережа заготівельних підприємств повинна охоплювати не тільки великих, а й дрібних постачальників макулатури (магазини, контори, офіси, навчальні заклади, населення і т. п.). Отримувані від них паперово-картонні відходи менш однорідні за складом. Сортування їх, якщо воно не здійснюється безпосередньо на місці збору, викликає великі проблеми. У перспективі, заготівельні підприємства можуть стати проміжною ланкою між паперовими підприємствами і сміттєпереробними заводами. Останні, в принципі, здатні виділяти і знаходити у смітті важкі і легкі фракції. Легка фракція твердих побутових відходів містить до 75% паперу та картону. Ручне сортування легкої фракції на непаперові матеріали і на окремі марки макулатури трудомісткий і малопродуктивний процес. Заготівельні

підприємства, які здійснюють процес сортування, розташовуються в приміщеннях зазвичай ангарного типу з розташованими в них системами транспортерів, за якими подається сортований матеріал. Уздовж транспортерів розташовуються робочі пости, де вручну проводиться видалення сторонніх включень і сортування макулатури по марках.

Збільшення обсягів переробки, підвищення вимог щодо однорідності складу макулатурної сировини, а також дефіцит робочої сили низької кваліфікації роблять ручне сортування не вигідним і, внаслідок цього воно не часто використовується. Тому в багатьох країнах макулатуру прагнуть сортувати безпосередньо в місцях збору та в подальшому не змішувати. Одночасно ведеться активний пошук механізованих способів виконання сортувальних робіт. Практика показала, що повне розділення макулатури по марках механізованими засобами практично неможливо. Однак виділення близьких за властивостями видів паперів і картонів здійснено. В основу створення відповідних механізованих систем сортування змішаної макулатури (після видалення сторонніх предметів) можуть бути закладені суттєві відмінності в показниках і властивості паперів і картонів.

Паперові та картонні фабрики, що використовують макулатуру в якості сировини, як правило, розташовуються поблизу промислово розвинених центрів, де є централізовані пункти збору макулатури, розгалужена система автомобільних доріг. У цих випадках основним засобом автомобільний транспорт. Рационально використовувати автомобілі з великим об'ємом кузова, з напівпричепами і причепами. Макулатура має бути упакована у кипи. У кипу упаковують макулатуру однієї марки, маса кипи від 200 до 600 кг. Допускається, по узгодженню із споживачем, упакування макулатури в кипи масою менше 200 та більше 600 кг, але не більше 800 кг. Макулатура у кипах має бути щільно спресована для збереження цілісності при транспортуванні. Стоси мають бути обв'язані м'яким металевим дротом або металевією пакувальною м'якою стрічкою. Допускається, по узгодженню з споживачем, використання інших

матеріалів для обв'язування, що забезпечують зберігання кип при транспортуванні та збереженні.

Розвантаження кип і транспортних пакетів з автотранспорту здійснюється авто - і електронавантажувачами, або крановим обладнанням. Навантажувачі забезпечуються навісним захватним обладнанням типу вил, бічних і кліщових захватів.

Продуктивність розвантаження підвищується, якщо її ведуть з рампи, що збігається по висоті з рівнем підлоги кузова автомобіля, або одночасно з двох сторін кузова. Цьому ж сприяє поставка макулатури у вигляді великих кип або пакетів (до 600 кг), складених з 2-4 кип, пов'язаних між собою металевою стрічкою або оборотними стропами. Інтенсивність розвантаження повинна забезпечувати мінімальні терміни простою транспорту.

Виробничі запаси макулатури створюються з розрахунку забезпечення 10-15 діб безперервної роботи підприємства. Основні типи складів - це відкриті, напіввідкриті і закриті. Для зниження кількості перевалок і зменшення обсягу складованої макулатури щоденну потребу виробництва в ній слід задовольняти безпосередньо «з коліс» і тільки надлишкову частину поставки направляти на склад для створення запасу.

4. Аналіз конструкцій обладнання для формування кип і рулонів з макулатури

Формування кип макулатури виробляють в спеціальних механічних або гідравлічних пресах. Конструктивні особливості цих пресів обумовлені тим, що, на відміну від пресів для упаковки листової целюлозно-паперової продукції, вони повинні забезпечити стиснення макулатури по всім трьом координатам одночасно. Це досягається стисканням в камері пресування з жорсткими бічними стінками, що обмежують розміри стоси в площинах, перпендикулярних напрямку руху пресуючих елементів. Діапазон робочих тисків та продуктивність таких пресів дуже великий. Від малих пресів з ручним керуванням та періодичною загрузкою, що створюють тиск

до 1 МПа та забезпечують продуктивність 100-500 кг/год, до автоматичних установок з безперервною загрузкою матеріалу, що розраховані на тиск до 7,5-20 МПа та продуктивністю до 5-10 т/год. Як правило, легкі та середні преси (з тиском в межах 1,0-7,5 МПа) мають вертикальне переміщення пресуючого органу, а потужні преси (з тиском вище 7,5 МПа) – горизонтальні.

В даний час застосовують два способи обв'язки кип макулатури дротом або залізною стрічкою:

- обв'язка кип в пресі у момент їх максимального стиску;
- обв'язка кип поза зоною пресування на спеціальних обв'язувальних машинах.

Поза зоною пресування обв'язують кипи в основному за допомогою пресів періодичної дії. Це дозволяє скоротити тривалість циклу формування кип, та уникнути небезпеки розриву обв'язки, внаслідок дії пружних сил, після зняття навантаження на кипу. Обв'язку кип в момент їх максимального стиснення частіше використовують в пресах безперервної дії, де поєднані процеси пресування і переміщення стоси.

Горизонтальні преси безперервної дії використовують на об'єктах інтенсивного потоку заготовки макулатури або відходів переробки паперу і картону. Макулатура попередньо розривається і потоком повітря від вентилятора несеться в циклон над завантажувальним отвором преса. У міру її накопичення в завантажувальній зоні, за сигналом фотореле, спрацьовує пресувальний механізм, який просуває порцію макулатури в канал прямокутного перетину. Наступна порція спресованої макулатури проштовхує попередню, додатково запресовує її в канал. Процес порційного просування макулатури в каналі завершується при досягненні певного обсягу стоси, що контролюється кінцевим вимикачем. Потім спрацьовує обв'язують пристрій, і готова обв'язана стос видавлюється з каналу. Продуктивність таких установок становить 20-30 кип на годину, маса кип 200-300 кг, об'ємна маса близько 500 кг / м³.

Для визначення тенденцій розвитку обладнання для пресування і створення транспортних пакетів проведемо ґрунтовний аналіз механізмів і пристроїв обладнання та технічних рішень даного призначення на рівні патентів. Результати аналізу об'єднані у кваліфікаційну таблицю (табл. 1) і представлені в подальшому опису і аналізі окремих груп.

Таблиця 1 .

Кваліфікаційна ознака (параметр)	Характеристика груп ділення								
1. За типом виконавчого механізму	Гідравлічна система пресування	Важільні виконавчі механізми		Пневматичні системи	Шнекові системи	Рейкові механізми	Передача гвинт-гайка	Вібраційні системи	Комбіновані пристрої
Кривошипно-повзунний механізми		Механізми паралелограмів							
2. За принципом роботи	Безперервної дії (шнекові)				Циклічної дії				
3. За напрямком руху	Горизонтальний зворотно – поступальний			Вертикальний зворотно – поступальний		Обертальний			
4. За кількістю робочих камер	Однокамерні			Двох камерні		Багатокамерні			
5. Можливістю використання додаткових механізмів	З системою обв'язування кипи			З механізмом виштовхування кипи		З системою подальшого транспортування та накопичення кип			

Представимо і опишемо типові зразки обладнання, хоча кількість фірм та компаній, які спеціалізуються на випуску обладнання для систем пресування різного призначення досить велика.

5. Обладнання для пресування вторинної сировини

Сучасне обладнання для пресування відходів пакувальної галузі випускає значна кількість вітчизняних та закордонних фірм та підприємств. В залежності від функціонального призначення їх ділять на преса для металевих відходів, макулатури, пластмас та ін.. За типом приводу вони бувають з гідравлічним приводом, з пневматичним, з електричним або комбінованим приводом. В залежності від типу виконавчого механізму їх можна поділити на наступні групи.

Гідравлічні системи пресування. Це найбільша за кількістю існуючого обладнання група. Тут можна виділити преса з одним (рис. 1) , двома (рис. 2), та декількома гідроциліндрами. Гідравлічні преси мають нежорстку криву зміни швидкості робочих елементів. В даних конструкціях робочий хід може починатися з нульової швидкості. Максимальні швидкості пластили пресування незначні (до 0.3 м/с).

За напрямком руху робочого органу в процесі пресування існуючі конструкції діляться на преса з горизонтальним, вертикальним, або похилим ходом штока. Також обладнання для пресування в залежності від місця завантаження можна поділити на пристрої з завантаженням сировини з боку або зверху. Розглянемо найбільш типові схеми і конструкції такого пресувального обладнання.

Простий однокамерний прес для відходів, якій має гідравлічний привод з **вертикальним рухом** пластили тиску і бокове завантаження сировини випускається декількома вітчизняними фірмами (наприклад, фірма «Екосистеми»). Загальний вид такого пресу представлений на рисунку 1 .

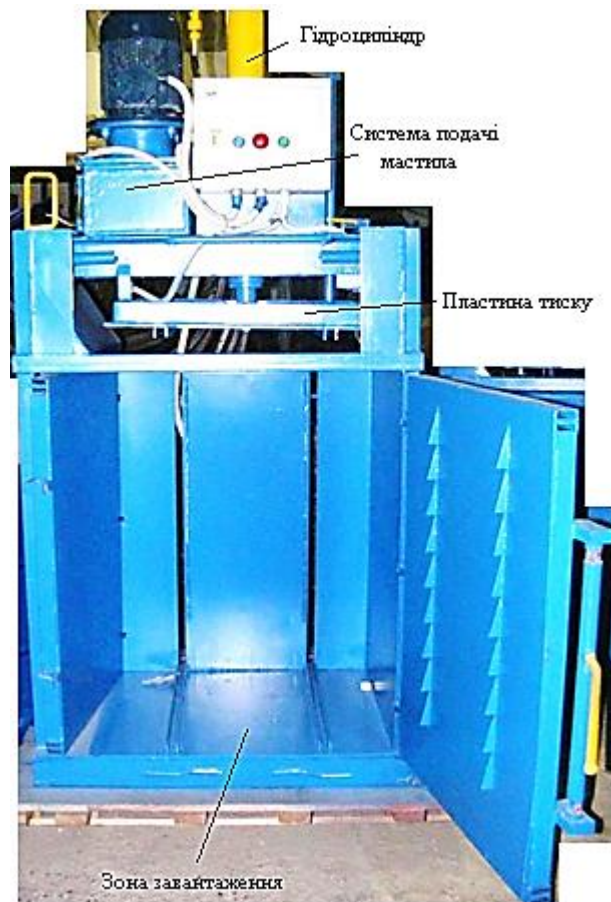


Рис. 1. Прес фірми «Екосистеми»

Це повністю не автоматизована конструкція, операції завантаження та розвантаження виконуються вручну. Але він займає малу площу і простий в експлуатації. Технічні параметри представленої на рис .1 конструкції, наступні:

Габарити пресу, мм	900 x 1100 x 2000
Сила пресування, т	6
Розмір кіпи, мм	500 x 700 x 800
Вага кіпи, кг	до 100

Аналогічні за конструкцією є преса типу Б 3118 та БА 3121. Вони мають такі параметри :

Прес:	тип	Б 3118	БА 3121 :
Габарити пресу, мм		900 x 1100 x 2000	1000 x 1300 x 2600
Сила пресування, т		18	21

Розмір кіпі, 1000	мм	500 x 700 x 800	600 x 800 x
Вага кіпі,	кг	до 100	150-250

Особливості описаних конструкцій пресів наступні. Все обладнання має гідравлічний привід. Існує можливість вибору системи управління: ручне або автоматичне PLC. Монтаж не потрібний, прес весь час готовий до експлуатації. Є можливість використання дизельного двигуна в місцях, де немає електроживлення. Можливість створення кіп двох типів. Вони мають 8 градацій гідравлічного тиску. Продуктивність даного обладнання знаходиться в межах від 0.5 до 20 кН (залежно від щільності сировини). Розміри завантажувальної камери і відповідно розміри пресованих кіп можна змінювати, їх виготовлять за вимогами замовника.

Для збільшення продуктивності іноді однокамерні преси об'єднують (рис. 2). Це дає змогу, при збільшенні продуктивності, зменшити число обслуговуючого персоналу. Є можливість також використовувати лише одну з двох камер у випадку недостатньої кількості сировини і економити енергетичні ресурси.

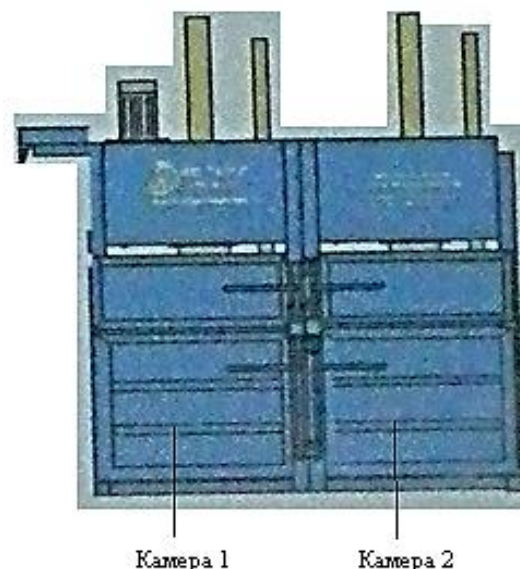


Рис. 2 Схема двох камерного преса

На рисунку 3 показана більш потужна конструкція пристрою для пресування з двома гідроциліндрами і боковим розташуванням блоку подачі мастила (гідравлічним насосом приводу преса). Завантаження матеріалу для

пресування, відбувається через прямокутний отвір у верхній частині камери .



Рис. 3. Преса з двома гідроциліндрами (ПП “Обухівміськввторресурси”).

Дана конструкція має наступні технічні характеристики:

Марка пресу	Прес : Б 3121
Габаритні розміри, мм	1000 x 1300 x 2600
Сила пресування, т	8
Розмір кіпи, мм	600 x 800 x 1000
Вага кіпи, кг	150 - 250

Як видно з рисунка даний пристрій має здвоєний гідравлічний привід. До переваг цієї конструкції можна віднести - збільшення зусилля пресування, можливість вибору системи керування (ручне або автоматичне), спрощений монтаж і налагоджування. Є можливість використання дизельного двигуна в місцях де немає електроживлення.

Цікавими є преса аналогічних за схемою розглянутих конструкцій, але які монтуються на транспортних засобах , так званні мобільні преса. Однією з поширених таких конструкцій є мобільні преса показані на рис. 4.



Рис. 4. Мобільні преса які монтуються на транспортних засобах.

Перевагами мобільних пресувальних установок є: зменшення об'єму твердих побутових відходів перед перевезенням; ліквідація «стихійних» звалищ; зменшення транспортних витрат до 8 раз; економія складського простору в торгових комплексах і на оптових складах.

На пристанційних пунктах або в стаціонарних місцях збору вторсировини часто встановлюють так звані пересувні преса – пакетувальники з **горизонтальним рухом робочого органу**. Вони більш продуктивні і потужні ніж мобільні преса. Наприклад, прес –пакетувальник моделі 1719 А (рис. 5.) призначений для пакетування легкого за масою матеріалу. Прес встановлюється на напівпричепі вантажопідйомністю не менш 25 тон і перевозиться автомобілем типу КРАЗ –тягач. Економічність, простота обслуговування мобільність роблять даний прес досить зручним для переробки сировини в місцях його обмеженого збирання (первинні пункти прийому, польові бригади та т. п.). Прес оснащений кабіною оператора та гідроманіпулятором для завантаження у камеру пресування відповідної дози сировини.

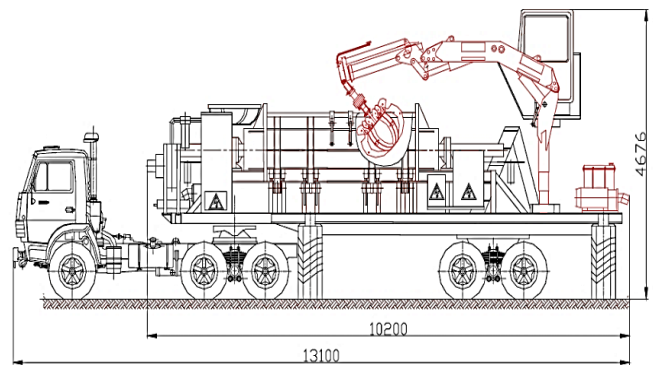


Рис. 5. Прес-пакетувальник встановлений на напівпричепі

Технічні параметри даного преса показані в таблиці 2.

Технічні характеристики	
Розмір пакета, мм	(600-800) x 850 x 645
Розмір камери, мм	3000 x 2300 x 850
Сумарне зусилля пресування, т	260
Час циклу, орієнтовко ,хв	4
Годинна продуктивність, т	3
Потужність електродвигуна , кВт	75
Товщина матеріалу якій пресується, мм не більше	4
Маса преса	24000
Висота в транспортному положенні	3900

Інші але подібні за конструкцією це преса марок Y83Q-135A і Y83Q-135B. Вони призначені для пресування брухту металів (сталь, чавун, мідь, алюміній) в компактний брикет. Головний циліндр преса має номінальне зусилля 1350 кН , а робочий хід - 1360 мм. Для пресів малої потужності використовують гідро-циліндри моделі YG 110/75 – 260, для яких номінальне зусилля складає 250 кН , робочий хід 260 мм) .

Також горизонтальний рух пресувальної пластини використовується в конструкції пресу (рис. 6.) для паперу, картону і пластика. Це моделі H-80/70 провідної фірми “IMABE IBERICA S.A.” (Іспанія). Цю машину придбав Київський КБК для одного з своїх первинних пунктів збору

сировини. Прес має виконавчий механізм який переміщується вдовж каліброваних напрямних за допомогою силового гідроциліндра. З краю преса встановлена система обв'язування кипи дротом. Гідравлічна система оснащена ємністю для мастила, насосом, гідравлічними елементами подачі і керування.

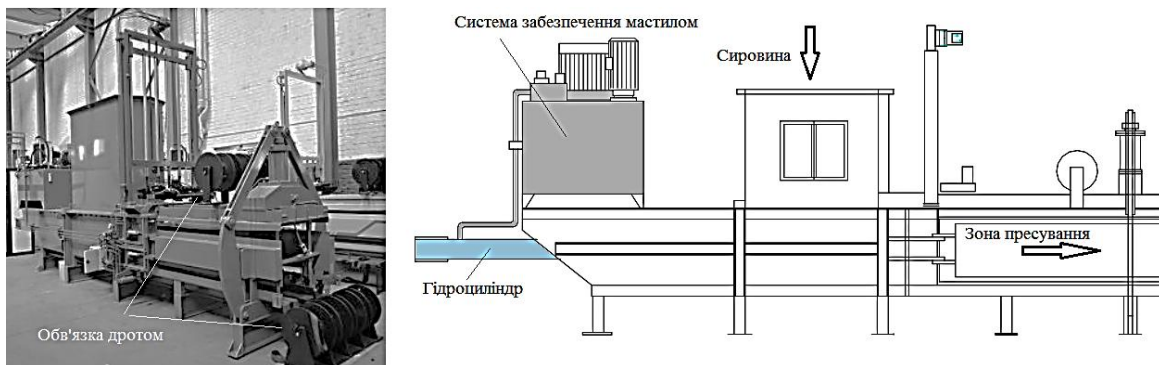


Рис. 6. Прес Н-80/70 фірми “IMABE IBERICA S.A.” (Іспанія)

Цікава конструкція преса де основний гідроциліндр змонтований під кутом до осі горизонтальної камери пресування (рис. 7.) . Це збільшує зусилля на днище, але дозволяє зробити завантаження камери з одного боку, а вивантаження з іншого (блок пресування при завантаженні піднімається).



Рис. 7. Прес з функцією підйому гідроциліндра (коливальний рух) при завантаженні сировини

Для пресування відходів легкої промисловості (відрізків тканини та шкіри) використовується гідравлічний прес типу ПТС – К (рис. 8.) . Він

складається з наступних складальних одиниць: циліндра пресування 1, механізма повороту 2, ротора 3, циліндра фіксації 4, циліндра виштовхування, гідрообладнання, електрообладнання.

Плита пресування 9, і плита виштовхування 10, через коромисло 11, отримують потрібне зусилля і рух від циліндра 1. Механізм повороту 2, і ротора 3, взаємодіють один з іншим за допомогою шестерні 14, яка встановлена на циліндре пресування 1 та приводиться в рух рейкою механізма повороту 2. Механізм повороту призначений для періодичного переміщення ротора 3 і керування циліндром фіксації 4. Ротор 3 відповідає за накопичення необхідної кількості сировини в зоні завантаження і переміщення її в зону пресування – створення тюку. Ротор 3 складається з трьох камер, які розташовані під кутом 120° друг к другу.

Принцип роботи преса: конвеєром сировина подається в камеру, при заповненні якої включається фотодатчик. При цьому відбувається послідовно: виключення конвеєра, поворот ротора, фіксація его в повернутому положенні, холостий хід циліндра виштовхування, пресування з витримкою, а потім включення конвеєра загрузки, підйом циліндра пресування, виштовхування тюка, зняття фіксації ротора, і холостий хід рейки повороту ротора.

При заповненні другої камери сировиною робочий цикл повторюється: спресований в першій камері тюк переходить на позицію виштовхування, заповнена камера на позицію пресування, порожня камера на позицію завантаження .

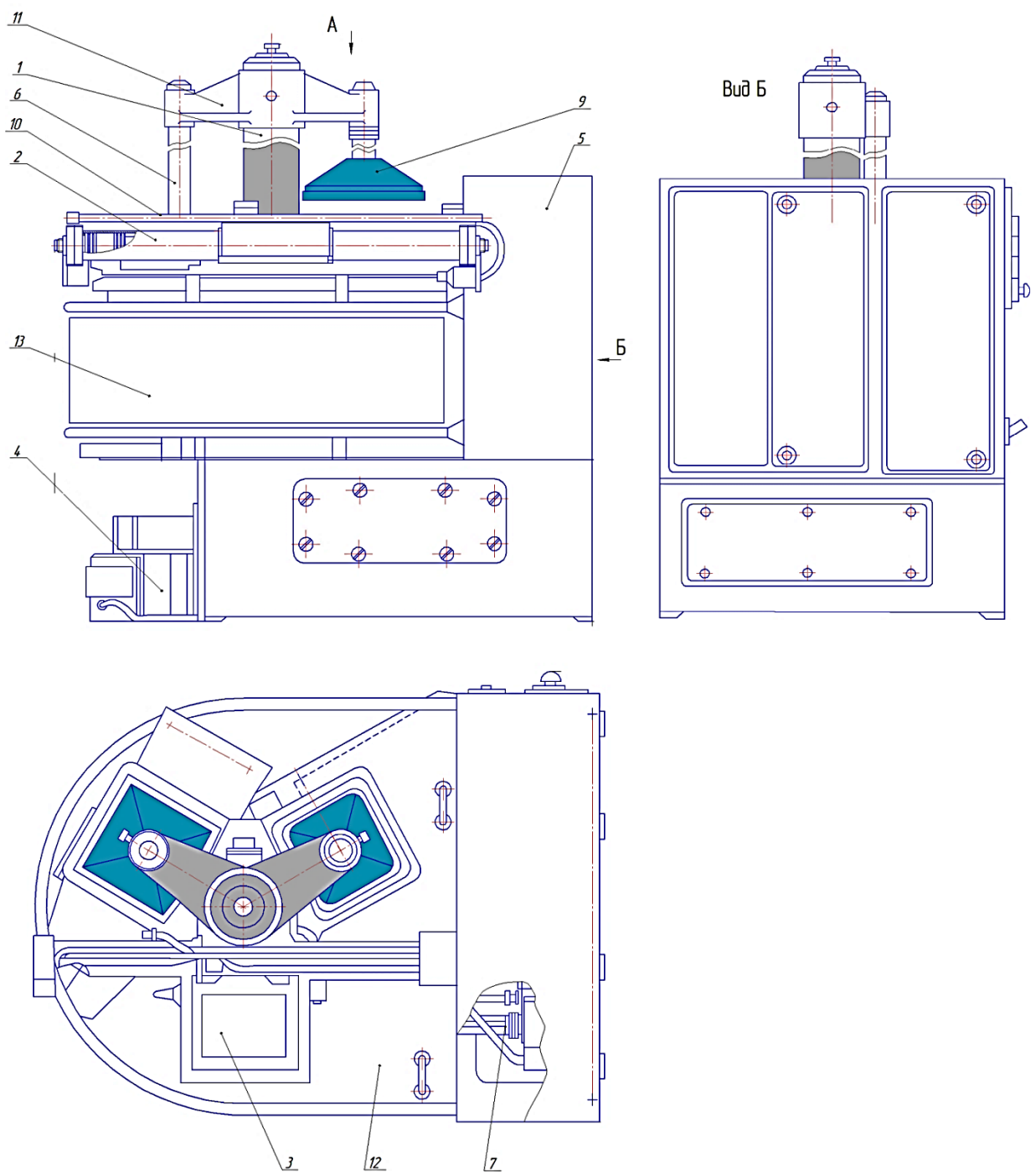


Рис. 8. Консольний прес ПТС-К

Електромеханічні системи пресування . Прес з механізмом «гвинт-гайка». Подібна за схемою показаної на рис .1 (прес з одним гідроциліндром), є конструкція преса з вертикальним переміщенням робочого органу, але з передачею «гвинт-гайка» в приводному механізмі (рис. 9.). Гайка поєднана з черв'ячним колесом редуктора привода преса.

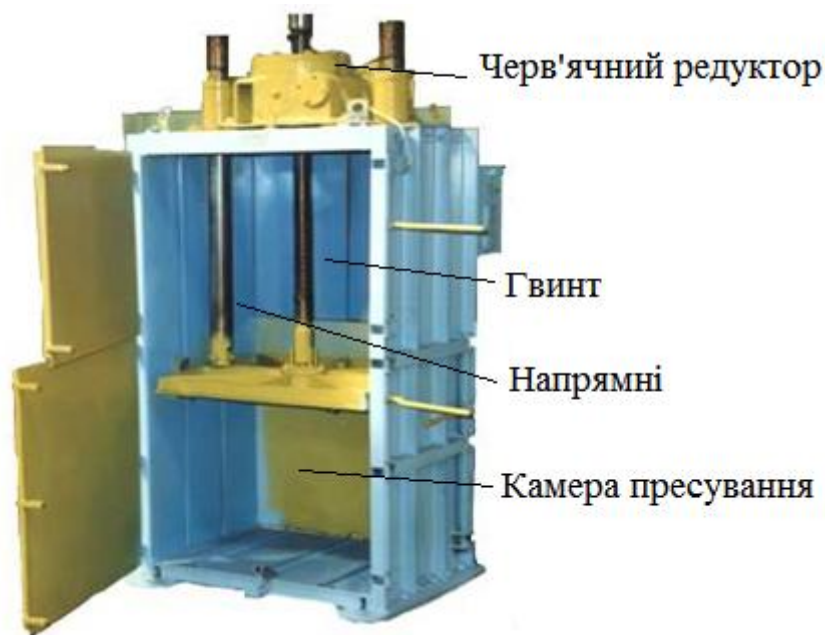


Рис. 9. Прес MGP з вертикальним рухом прес-пластини і валу

Шнекові преси. Для пресування відходів з високим змістом полімерних матеріалів (композитні, наприклад використані пакети «Тетра-Пак» для молока і соку) а також для подрібнених матеріалів, використовують шнекові преса . Подібне обладнання фірми «Metso Lindemann GmbH» (Німеччина) показано на рис. 10. Використання шнекових пресів має деякі переваги : пресована сировина у подальшому краще подрібнюється; у таких пресованих частках значно менше вологи, вони довше зберігаються; можливість використовувати деформовані частки сировини у якості палива. До недоліків даних пресів можна віднести велику енергоємність .

Вібраційні прес. На етапах підготовки сировини до пресування, її ущільнення використовують вібраційні системи (вібраційні преса). Конструкція вібраційного преса ІВПМ-25 із С-подібною зварною станиною показана на рис. 11. С-подібна конструкція зварної станини 1 забезпечує вільний доступ в робочу зону ІВПМ форми 2 на транспортному елементі 3 карусельного пристрою переміщення (на схемі не показаний).



Рис. 10. Двох шнековий прес фірми «Metso Lindemann GmbH» (Німеччина)

Робочий стіл 4 ІВПМ має додатковий нижній привод і змонтований на плунжері гідроциліндра 5. Вібраційний механізм 6 та гідроаккумулятор 7 монтуються на перехідній плиті 8, закріпленій на торці гідроциліндра 5 впритул.

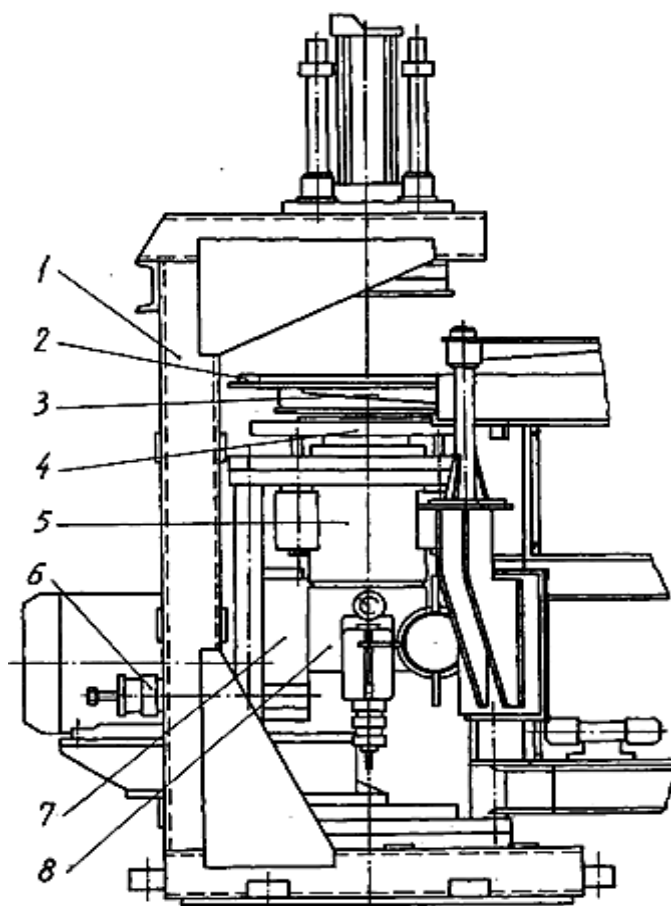


Рис. 11. Загальний вигляд вібро-пресу ІВПМ-25

До недоліків даного преса можна віднести: підвищений шум; значне навантаження на фундамент; велику масу і габарити; вібрації.

Преса на основі **важільних механізмів** відносно безшумні, достатню швидкохідні, не вимагають допоміжних витрат на фундаменти, легко оснащуються засобами автоматизації і механізації. Як в кожній технологічній машині в пресі з важільними механізмами основний робочий орган це повзун (пресувальна пластина) за допомогою якого пресується матеріал. Повзун робить зворотно – поступальний рух. Зв'язок між робочим органом і передаточним механізмом є кінематично жорстким (якщо не враховувати пружну деформацію ланок), тому можна вважати що зміна швидкості повзуна відбувається за визначеним законом незалежно від характеру технологічної операції. Час одного зворотно – поступального руху відповідає циклу роботи преса. Два рази за цикл при крайніх положеннях швидкість повзуна дорівнює нулю. Як наслідок рух супроводжується додатковим навантаження ланок інерційними силами які змінні за величиною і напрямком.

В **кривошипних пресах** використовуються важільні механізми різної конструкції, умовно їх можна поділити на такі групи.

Група 1 – універсальні передаточні механізми. Переваги цих механізмів – компактність і простота. Найбільше поширення тут отримав кривошипно-шатунний механізм в центральному і дезаксіальному варіантах (рис. 12).

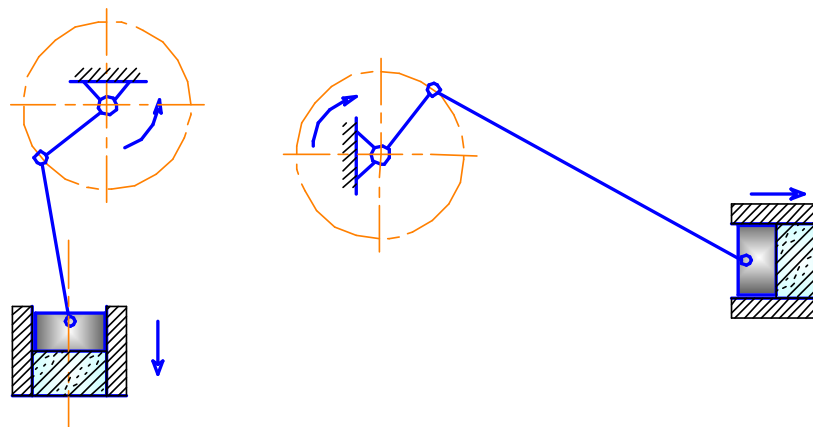


Рис. 12 Універсальні передаточні механізми кривошипних пресів

Група 2. Механізми для подолання значних зусиль і зниження швидкості руху пластини тиску. Для даних механізмів характерні малі швидкості повзуна в кінці ходу при незначних приводних моментах на ведучому валу.

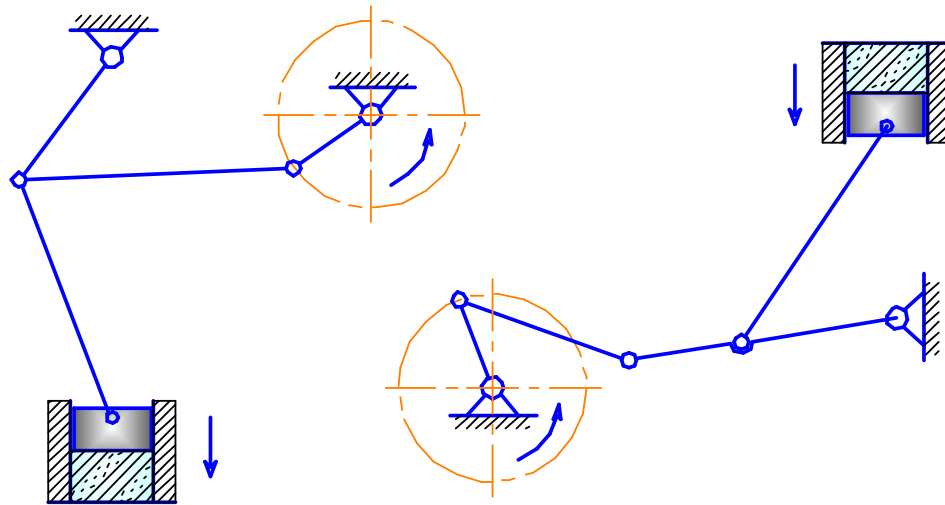


Рис. 13. Механізми для подолання значних зусиль і зниження швидкості руху пластини тиску

Група 3. Механізми даної групи відрізняються від попередніх груп наявністю двох кривошипів. Це забезпечує відносно великий хід повзуна і збільшену швидкість виконавчого елемента на зворотному ході.

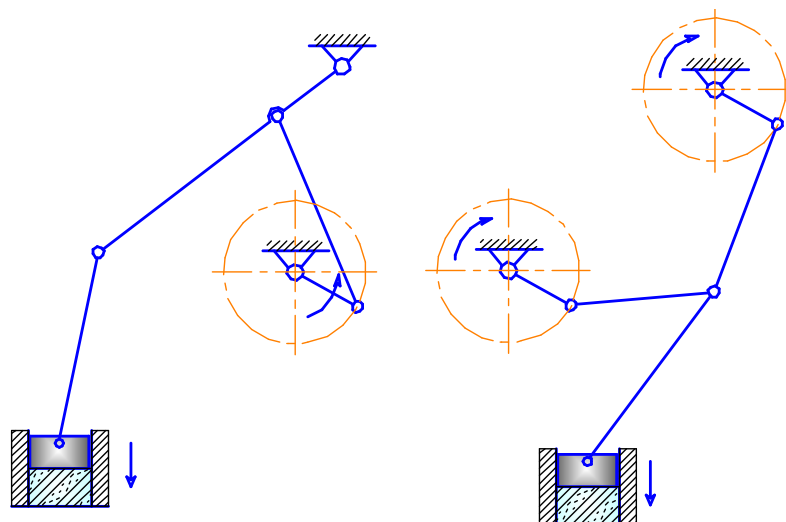


Рис. 14 Механізми для збільшеного ходу пластини тиску

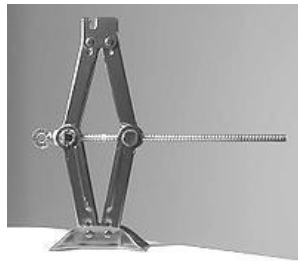
Слід зауважити, що кривошипні преса з важільними механізмами найбільше застосовуються в машинобудуванні, для роботи з листовим

матеріалом , наприклад це преси для холодного штампування , витискування, ковальської справи.

Пристрої з паралелограмними механізмами. Це вид чотирьох ланкового важільного механізма, використовується для реалізації поступального руху. Даний механізм має ряд різновидів. Паралелограм з нерухомою ланкою (одна ланка нерухома , інша виконує коливальний рух, паралельно нерухомій ланці.). Такий механізм використовується у підйомних механізмах (рис. 15 а.), навантажувачах. Паралелограм з нерухомим шарніром використовується для того щоб зберегти постійну відстань між трьома точками (механізм пантографу). Механізм з ланками однакової довжини – ромбовидний механізм, іноді його називають ножичним (X-подібним). Останній широко використовується в силових механізмах: домкратах, ножичних підйомниках (рис. 15 б, в) .



а.



б.



в.

Рис. 15 Варіанти використання паралелограмного механізма

Переваги ромбовидного механізма—простота, технологічність, зручність обслуговування, можливість створення значних навантажень , або достатньо великих переміщень. З недоліків можна виділити наявність двох пар ковзання .

Постановка завдання на дослідження

1. Представляється доцільним розглянути можливість використання для пресування макулатури на малих і середніх підприємствах попереднього збору та переробки вторсировини більш простих електромеханічних систем у складі яких є важільні виконавчі механізми.

2. Робочі елементи таких пресів за час робочого ходу мають жорстку криву швидкості, параметри якої залежать від кінематики привода та геометрії передаточного механізму. Конструкції в яких використовуються важільні виконавчі механізми, що мають високі експлуатаційні якості, економічні, прості в керуванні і тому їх широко використовують в галузях харчової і переробної промисловості, при формування тари, для подрібнення сировини та т. п.

3. Для розробки, виготовлення і ефективного використання пресів даного типу необхідно провести визначені дослідження і розробити методики розрахунку кінематичних і силових параметрів .

РОЗДІЛ 2

Аналітичне дослідження параметрів кривошипних механізмів пресів

1. Кінематика кривошипних механізмів машин для пресування вторсировини

При проектуванні механізму преса з кривошипним механізмом необхідно встановити його основні кінематичні параметри. Якщо знати закони зміни переміщення, швидкості та прискорення пресувальної пластини преса, то можна визначити продуктивність, параметри робочого і холостого ходів, обмежити при необхідності максимальні значення цих параметрів. Кінематичні характеристики використовуються також при визначенні масово – інерційних і силових параметрів пресів такого типу.

При розрахунку переміщення (шляху) пресуючої пластини зазвичай прийнято відраховувати їх від крайнього верхнього або нижнього положення в камері куди завантажуються вторсировина. Це положення співпадає з кінцевим робочим положенням пластини або близько до нього.

Прийнято також кути повороту кривошипа відраховувати від вказаного вище положення в сторону, зворотного реальному обертанню. Схема механізму переміщення пресувальної пластини показана на рис. 1 . Для аналітичного визначення параметрів вводимо наступні позначення:

R – радіус кривошипа;

L – довжина шатуна;

α – кут, що визначає положення кривошипа;

β – кут, що визначає положення шатуна відносно вертикалі, що проходить через центр кривошипного валу;

S – шлях повзуна, що відраховується від крайнього нижнього положення B_2 уверх. На цьому шляху виконується пластична деформація;

e – дезиксал (зміщення у вертикальній площині вісі повзуна відносно вертикалі, що проходить через опорні шийки валу);

γ – відношення радіусу кривошипа до довжини шатуна ($\gamma = \frac{R}{L}$) $\kappa = \frac{e}{R}$.

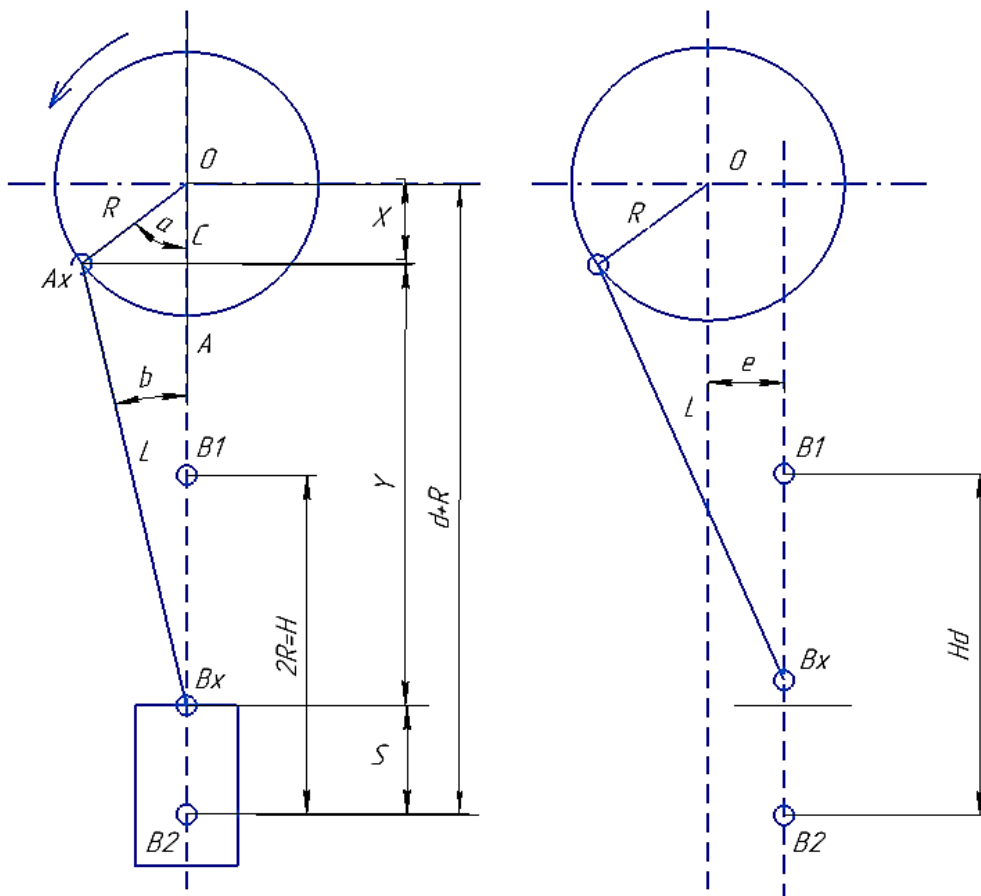


Рис. 1. Схема кривошипно-шатунного механізму преса вторсировини:
а – аксіальний, б – де аксіальний.

Виведемо формулу для визначення переміщення пресуючої пластини як функцію кута повороту приводного механізму :

$$s = f(a), \quad S = L + R - (x + y) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{З трикутників визначимо :} \quad & OA_xC \quad X = R \cdot \cos\alpha \\ & CA_xB_x \quad y = L \cdot \cos\beta \end{aligned} \quad (2)$$

Підставимо отримані вирази для X та Y у залежність для переміщення (1)

$$S = L + R - (R \cdot \cos\alpha + L \cdot \cos\beta) \quad (3)$$

Отримана формула не зовсім зручна, так як для визначення переміщення пластини необхідно знати різні кути α та β . Знайдемо зв'язок кутів α та β , так виразимо α через β .

З трикутника OA_xB_x використовуюючи теорему синусів, маємо:

$$\frac{R}{L} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}; \quad \sin\beta = \frac{R}{L} \sin\alpha \quad (4)$$

Визначивши відношення радіусу кривошипа до довжини шатуна через

$$\gamma = \frac{R}{L} \quad \text{отримаємо} \quad \sin\beta = \gamma \sin\alpha$$

Так як у формулу (4) визначення величини переміщення входить косинус кута β , то зробимо наступні перетворення:

$$\cos\beta = \sqrt{1 - \sin^2\beta}, \quad \cos\beta = \sqrt{1 - \sin^2\beta} = \sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha} \quad (5)$$

Підставимо останній вираз у формулу (3) для визначення переміщення ми отримаємо:

$$S = L + R - (R \cdot \cos\alpha + L\sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha}),$$

або
$$S = R(1 - \cos\alpha) + L(1 - \sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha}),$$

$$S = R[(1 - \cos\alpha) + \frac{L}{R}(1 - \sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha})] \quad (6)$$

Оскільки раніше було визначено, що $\frac{R}{L} = \gamma$, то $\frac{L}{R} = \frac{1}{\gamma}$.

Напишемо
$$S = R[(1 - \cos\alpha) + \frac{1}{\gamma}(1 - \sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha})] \quad (7)$$

Рівняння (7) дає точну математичну залежність між величиною переміщення S пластини преса та кутом повороту α кривошипа. Але практичне рішення задач дозволяє визначити S по спрощеним формулам, допускаючи невелику похибку у підрахунках.

Розкладемо підкорінний вираз в ряд по біному Ньютона, отримаємо

$$\sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2\alpha} = (1 - \gamma^2 \sin^2\alpha)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2}(\gamma \cdot \sin\alpha)^2 - \frac{1}{8}(\gamma \cdot \sin\alpha)^4 + \dots \quad (8)$$

Можна оцінити написанні члени бінома по величині.

Зазвичай на практиці беруть $\gamma = 0,05 \div 0,45$, а $\kappa = 0 \div 1,3$;

Але як правило $\gamma \leq 0,3$, $\kappa \leq 0,5$, а для центрального механізму $\kappa = 0$.

$\sin(\alpha)$ має найбільше значення при $\alpha = 90^\circ$. Приймаючи максимальне значення знайдемо, що $\sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2 \alpha} = 1 - 0,045 - 0,001 - \dots$, тобто практично ми можемо обмежити двома першими членами ряду, прийнявши

$$\sqrt{1 - \gamma^2 \sin^2 \alpha} = 1 - \frac{1}{2} \gamma^2 \sin^2 \alpha. \quad (8)$$

Практика показує, що допустима при цьому помилка не перевищує 8-10%. Але так як при 90° ні одна технологічна операція не відбувається, то фактична помилка буде ще менше.

Підставляючи отриманий приближений підкорінний вираз у раніше отриману формулу будемо мати:

$$S = R \left\{ (1 - \cos \alpha) + \frac{1}{\gamma} \left[1 - \left(1 - \frac{1}{2} \gamma^2 \sin^2 \alpha \right) \right] \right\} \quad (9)$$

$$\text{або} \quad S = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\gamma}{2} \sin^2 \alpha \right] \quad (9 \text{ а})$$

Якщо в даній залежності виключити квадрат синуса, маючи на увазі, що :

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} (1 - \cos 2 \alpha). \quad (10)$$

Тоді спрощене вираження для $S=f(\alpha)$ можна представити у вигляді

$$S = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\gamma}{4} (1 - \cos 2 \alpha) \right] \quad (10 \text{ а})$$

Для деаксіального кривошипно-шатунного механізму маємо:

$$S = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\gamma}{4} (1 - \cos 2 \alpha) + k \gamma \sin \alpha + \frac{1}{2} \cdot \frac{k \gamma^2}{1 + \gamma} \right] \quad (11)$$

При цьому слід мати на увазі, що величини «е» та «к» приймають зі знаком «+» при положенні точки B_1 справа від вісі, що проходить через точку O , та прийнятому напрямку обертання; при положенні точки B_1 зліва від вісі «е» та «к» приймають зі знаком «-».

Дуже часто при розрахунку кривошипних пресів приходиться вирішувати задачу обернену, тобто визначати по заданим переміщенням кут повороту кривошипа (знайти положення кривошипа).

Необхідне переміщення легко виміряти за кресленням деталі (рис. 1). Позначимо через $R_s = \frac{S}{R}$ відносне переміщення повзуна або шлях повзуна, виражений в долях радіуса кривошипа. Для кутів $\alpha \leq 30^\circ$ можна використати

$$\text{приблизений вираз} \quad \alpha = -\frac{k\gamma}{1+\lambda} \pm \sqrt{\frac{2S}{(1+\lambda)R}} \quad (12)$$

Для центрального механізму точно значення кута α знайдем з формули (12). Для цього дві частини формули ділять на R , потім проводять ряд тригонометричних перетворень, що дозволяють отримати у кінцевому значенні:

$$\text{arc cos } \alpha = \frac{2(1-S_R)\left(1+\frac{1}{\lambda}\right)+S_R^2}{2\left(1+S_R+\frac{1}{\lambda}\right)} \quad (13)$$

В цих формулах $\alpha = f(S)$.

Характер змін кривої переміщень для центрального механізму показаний на рис. 2. З якого видно, що зміни параметра λ не має істотного впливу на характер кривої переміщень пластини пресування.

Для центрального механізму хід повзуна $H = 2R$, для дезиксального механізму хід при рівних умовах дорівнює

$$H_d = 2R\left(1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\lambda^2 k^2}{1-\lambda}\right) \quad (14)$$

Чим більше λ та k , тим більше величина ходу, але так як зазвичай $\lambda < 1$ та $k < 1$, то різниця у величині ходу повзуна обох механізмів зовсім мала і практично не перевищує 5%.

Залежність (14) дозволяє визначити один з габаритних розмірів пресованого пакету макулатури, в залежності від напрямку пресування це може бути висота або товщина. Інші розміри пов'язані з розмірами матриці (форми в яку пресуються відходи).

Швидкість руху пластини пресування пов'язана з продуктивністю преса, крім того не всі технологічні операції можливі при будь-яких швидкостях. Швидкість визначимо як першу похідну від переміщення по

часу t . Якщо переміщення S відомо, часто максимальне значення задається, то це можна використати при диференціюванні. Аналітичну залежність для розрахунку швидкості можна отримати якщо визначити першу похідну від (9). Так якщо продиференціювати (9) по часу t , отримаємо

$$V = \frac{dS}{dt} = \frac{ds}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\{R(1-\cos\alpha) + \frac{1}{\lambda}(1-\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\alpha})\}}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} \quad (15)$$

$$\text{Якщо зробити заміну } \frac{d\alpha}{dt} = \omega = \frac{\Pi n^0}{30} = \text{const}, ,$$

де ω кутова швидкість приводного валу преса кривошипного валу.

Так як при холостому ході машини (без навантаження) приводний вал преса обертається майже рівномірно, з постійним числом обертів n_0 , тоді кутова швидкість $\frac{d\alpha}{dt}$ буде постійною величиною.

Після диференціювання отримаємо точну залежність :

$$V = R\omega \left[\sin\alpha + \frac{\lambda \sin 2\alpha}{2\sqrt{1-\lambda^2\sin^2\alpha}} \right] \quad (16)$$

Якщо про диференціювати приближену формулу (10 а), то для центрального механізму отримаємо:

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dR[(1-\cos\alpha) + \frac{\lambda}{2}\sin^2\alpha]}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} \quad \text{або}$$

$$V = \omega R \left[\sin\alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right] \quad (17)$$

Визначення швидкості руху пластини пресування за спрощеної формулою (17) дає максимальну похибку не більше 6%.

При диференціюванні формули переміщення для дезаксильного кривошипно-шатунного механізму преса (11) отримаємо:

$$V = \omega R \left(\sin\alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha + k\lambda \cos\alpha \right) \quad (18)$$

Отримані залежності дозволяють визначити значення лінійної швидкості пресувальної пластини як функцію кута повороту кривошипа.

При робочому ході машини число обертів маховика якій вводиться для

накопичування (акумуляції) енергії та оберти приводного валу зменшуються внаслідок витрат енергії на деформацію вторсировини при створенні кипи..

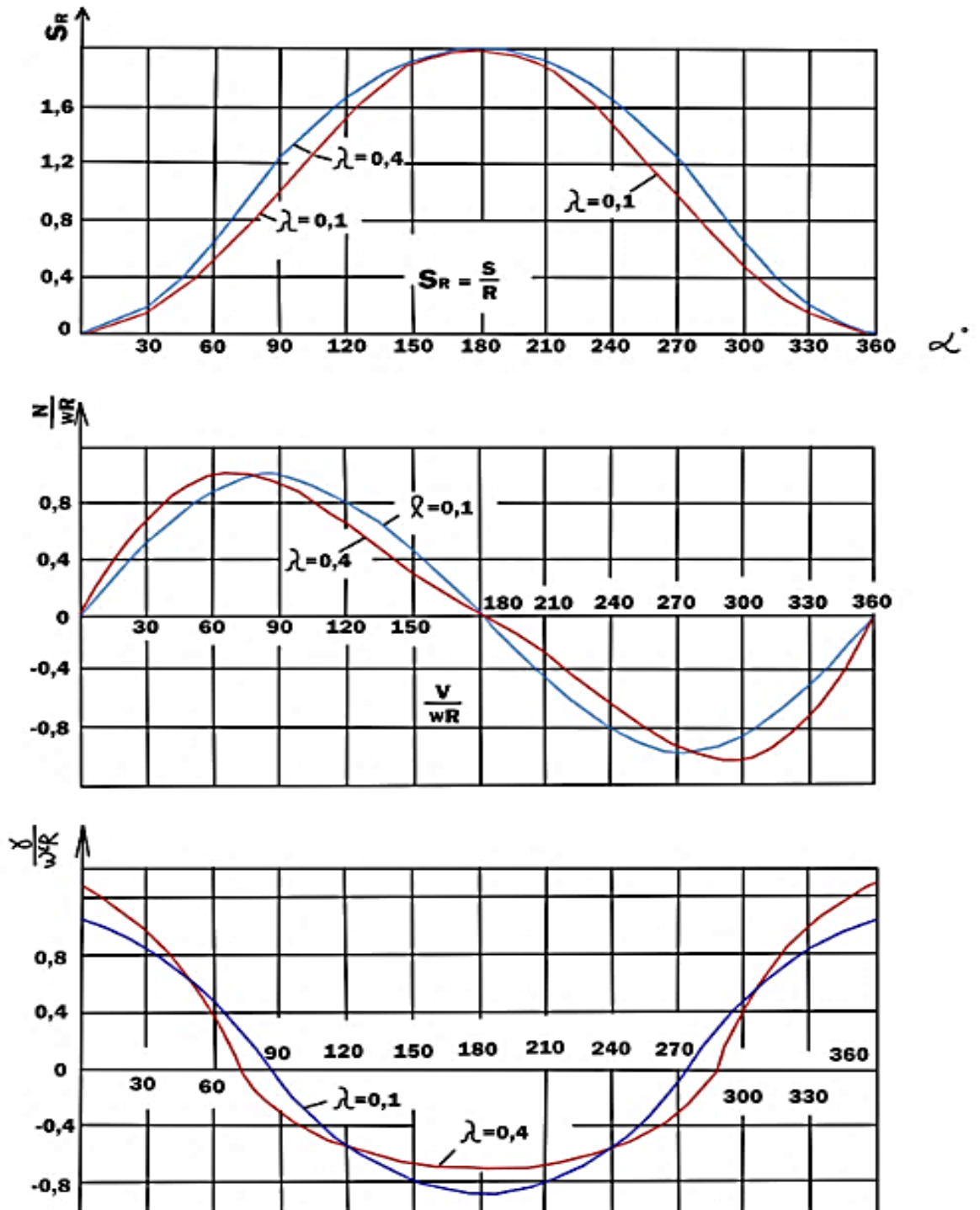


Рис 2 Графіки переміщень, швидкостей і прискорень для кривошипного механізму пресування при різних значеннях $\lambda = \frac{R}{\alpha}$

Для визначення реальної швидкості повзуна в кожний даний момент робочого ходу треба у формулі її для визначення V приймати число оборотів приводного валу, відповідно даному куту повороту з урахуванням зменшення цих параметрів внаслідок деформацій при пресування макулатури.

З отриманих виразів слідує, що швидкість руху повзуна є функцією кута повороту кривошипного валу та залежить від числа оборотів останнього, від радіуса кривошипа R та відношення її розміру до довжини шатуна λ .

Як видно з графіку (рис 2), швидкість повзуна кривошипної машини представляє собою змінну величину. Так як швидкість це змінна величина, то є прискорення. Як наслідок при роботі преса будуть виникати сили інерції, які суттєво впливають на основні технічні характеристики преса. Щоб дізнатись величину інерційних сил, треба знати величини прискорень, що впливає на конструкцію машини.

Прискорення є першою похідною від швидкості по часу: $a = \frac{dV}{dt}$

Напрямок діючих сил інерції визначається напрямком прискорення, тому необхідно його враховувати. Використовуючи рівняння (18), отримаємо:

$$a = \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = - \frac{d[R\omega(\sin\alpha + \frac{\lambda}{2} \cdot \frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}})}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt}$$

Мінус перед виразом тому, що враховуємо напрям виникаючого прискорення. Кінцева залежність буде мати вигляд:

$$a = \omega^2 R \left[\lambda \frac{(1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha) \cdot \sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha}{\sqrt{(1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha)^3 - \cos \alpha}} \right] \quad (19)$$

Це точна формула. Для визначення прискорення пластини пресування, знак (напрямок) врахований у дужках. Приблизний вираз для прискорення

виходить, якщо диференціювати формулу (17). Наближений вираз для прискорення має вигляд:

$$a = \omega^2 R(\cos\alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha) \quad (20)$$

Для дезаксимального кривошипно-шатунного приводного механізму пластини аналогічним способом отримаємо:

$$a = -\omega^2 R(\cos\alpha + \lambda \cdot \cos 2\alpha - k\lambda \cdot \sin\alpha) \quad (21)$$

Похибка при розрахунку прискорень у межах одного робочого ходу по наближеним формулам при найбільш сприятливих умовах (великих значень λ та k) становить не більше 8%. Характер кривих прискорень показаний на рис 2.

При нижньому розташуванні кривошипа (у пресів з нижнім приводом) значення робочих кутів будуть інші. Якщо відлік кутів вести від крайнього нижнього положення пластини пресування та відповідного цьому положенню кривошипа, то значення переміщень, швидкостей та прискорень можуть бути знайдені з виразів:

$$S = R\left[1 - \cos\alpha - \frac{\lambda}{4}(1 - \cos 2\alpha) - \lambda k \cdot \sin\alpha + \frac{\lambda^2 k^2}{2(1-\lambda)}\right] \quad (22)$$

$$V = \omega R\left(\sin\alpha - \frac{\lambda}{2}\sin 2\alpha - \lambda k \cdot \cos\alpha\right) \quad (23)$$

$$a = -\cos\alpha - \lambda \cdot \cos 2\alpha + \lambda k \cdot \sin 2\alpha \quad (24)$$

Знак «-» приймається у зв'язку із зайтим напрямком обчислення, яке протилежне фактичному напрямку обертання. При тих же значеннях кутів α для механізму з нижнім розташуванням кривошипу величини переміщень, швидкостей та прискорень будуть меншими.

2. Діючі сили при пресуванні у випадку використання кривошипного важільного механізму

Врахування інерційних сил при визначення параметрів пресувального обладнання обов'язково, так же як і сил опору і рушійних сил. Значні сили інерції треба зменшувати за рахунок зрівноваження .

З рисунку 2. що показує характер зміни кривих швидкостей та прискорень за один цикл, видно, що максимальне значення швидкості не співпадає з кутом повороту кривошипа $\alpha = 90^\circ$, значення, що відповідає максимуму швидкості, можна знайти, прийнявши за нуль тригонометричні функції у виразах (17, 18). Аналізуючи данні графічні залежності можна зробити висновок, що збільшення λ приводить до зміщення максимуму швидкості в сторону кутів, менших за 90° . Збільшення λ призводить до збільшення прискорення та динамічних сил.

Вважаємо заданим зусиллям що діє на пластину (повзун) P_d , яке визначається величиною корисного опору, або заданій величині номінального зусилля при проектному розрахунку преса для макулатури .

Схема діючих на ланки механізму сил показана на рисунку 3. З трикутника сил в ідеальному механізмі визначаємо силу P_{AB}^i , що діє вздовж шатуна, та силу, що направлена нормально до направляючих повзуна. Індекс «i» відповідає силі в ідеальному механізмі.

$$\text{З рис. 3 видно, що } P_B^i = \frac{P_d}{\cos\beta} \quad P_{\text{м.п.}}^i = P_d \cdot \operatorname{tg}\beta \quad (25)$$

Враховуємо , що $\sin\beta = \lambda\sin\alpha$, $\cos\beta = \sqrt{1 - \lambda^2\sin^2\alpha}$,

Або в загальному випадку:

$$\sin\beta = \lambda(\sin\alpha + k), \cos\beta = \sqrt{1 - \lambda^2(\sin\alpha + k)^2} .$$

Звідки отримаємо:

$$P_{AB}^i = \frac{P_d}{\sqrt{1 - \lambda^2(\sin\alpha + k)}}, P_{\text{м.п.}}^i = \frac{P_d \cdot \lambda (\sin\alpha + k)}{\sqrt{1 - \lambda^2(\sin\alpha + k)^2}}, k = \frac{e}{R} \quad (26)$$

Отримані розрахункові залежності є точними.

Як у випадку кінематичних розрахунків при малих значення λ , «к» та $\sin\alpha$, можна знаменник прийняти рівним одиниці. Тоді можна отримати приблизні залежності:

$$P_{AB}^i \approx P_d; \quad P_{м.п.}^i = P_d \cdot \lambda(\sin\alpha + k) \quad (27)$$

Максимальне значення помилки буде мати місце при $\alpha = 90^\circ$, тобто коли прес знаходиться у ненавантаженому стані. Визначивши сили, що діють в ідеальному механізмі, можна визначити й величину потрібного ідеального поворотного моменту на приводному валу преса.

$$\text{Для центрального механізму} \quad M_{кр}^i = P_{AB}^M \cdot od \quad (28)$$

З трикутника $od = R \cdot \sin(\alpha + \beta)$; $M_{кр}^i = P_{AB}^M \cdot R \cdot \sin(\alpha + \beta)$

Беремо до уваги співвідношення (25), а маємо $M_{кр}^u = P_d \cdot R \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos\beta}$. (29)

Враховуючи, що $P_{AB}^M = \frac{P_d}{\cos\beta} \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\cos\beta} = \frac{\sin\alpha \cos\beta + \cos\alpha \sin\beta}{\cos\beta} = \sin\alpha + \cos\alpha \frac{\sin\beta}{\cos\beta}$

підставимо відомі значення $\sin\beta = \lambda \sin\alpha$, $\cos\beta = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\alpha} = \sin\alpha + \frac{\lambda \sin\alpha \cdot \cos\alpha(2)}{\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\alpha}(2)}$ і отримаємо :

$$M_{кр}^u = P_d \cdot R \left(\sin\alpha + \frac{\lambda \sin 2\alpha}{2\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2\alpha}} \right) \quad (30)$$

Залежність (30) дозволяє точно визначити величину моменту кручення для центрального кривошипного механізму преса. Для спрощення отриманої формули (30) можна вважати що $\cos\beta = 1$.

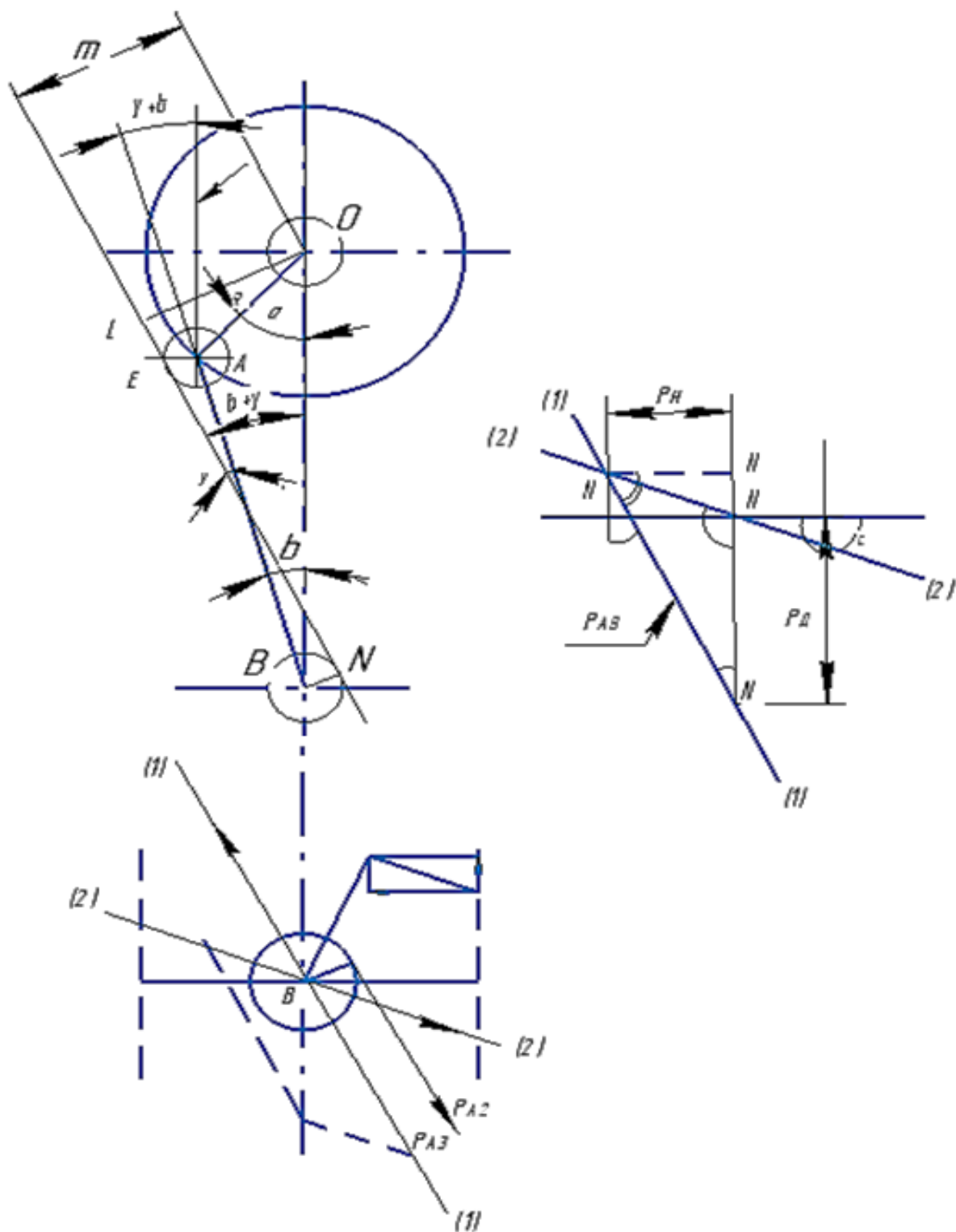


Рис. 3 Схема до розрахунку діючих сил на ланки пресу

Реально при інженерних розрахунках враховуючі раніше прийняти значення розмірів R та L, отримаємо:

$$\frac{\sin(\alpha+\beta)}{\cos\beta} \approx \sin(\alpha + \beta) = \sin\alpha \cdot \cos\beta + \cos\alpha \cdot \sin\beta = \sin\alpha + \cos\alpha \frac{\lambda \sin\alpha(2)}{(2)} = \sin\alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \quad (31)$$

Підставимо в формулу для визначення крутного моменту співвідношення (31) і отримаємо:

$$M_{кр}^i = P_d \cdot R(\sin\alpha + \frac{\lambda}{2}\sin 2\alpha) \quad (32)$$

Аналогічним чином для дезаксиального центрального механізму можна отримати формулу:

$$M_{кр}^i = P_d \cdot R(\sin\alpha + \frac{\lambda}{2}\sin 2\alpha + k\lambda\cos\alpha) \quad (33)$$

При використанні формул (32 і 33) похибка у визначенні не більше 2%. Розділимо обидві частини рівнянь (32, 33) на P_d та позначимо $\frac{M_{кр}^i}{P_d} = m_k^i$

$$m_k^i = R\left(\sin\alpha + \frac{\lambda}{2}\sin 2\alpha\right) \text{ і } m_k^i = R\left(\sin\alpha + \frac{\lambda}{2}\sin 2\alpha + k\lambda\cos\alpha\right) \quad (34)$$

m_k^i – приведений відносний крутний момент, тобто крутний момент що відноситься до одиниці зусилля на повзуні.

Враховуючі залежності (32, 33) та знаючи (34) m_k^i можна рахувати приведений момент сили P_d

$$M_{кр}^i = P_d \cdot m_k^i \quad (35)$$

Отримані залежності дозволяють від зусилля деформації перейти до зусиль, що діють на шатуні. А також визначати крутний момент приводному валу та вирішувати усі питання, що пов'язані з кінетикою пресу. Оскільки всі ці зусилля являються функцією кута α , то усі отримані сили та крутні моменти змінюються в залежності від повороту колінчатого валу преса.

Якщо ми розглядаємо ідеальну конструкцію, то всі зусилля, що передаються через важелі, направлені по їх геометричній осі. Це дійсно має місце в умовах відсутності тертя. В реальному механізмі преса наряду зі згаданими раніше силами та моментом, діють ще й моменти тертя в шарнірах та сили тертя переміщення пластини пресування вдовж напрямних.

Таким чином, з врахуванням тертя, зусилля вже не можна направити по геометричній осі важелів. У цьому випадку буде направлено по дотичній до кругів тертя у цапфах важелів механізму пресування.

Будуємо кола тертя в цапфах А та В. При чому радіус кругів тертя буде дорівнювати:

$$\rho_A = f \cdot r_a; \rho_B = f \cdot r_b \quad (36)$$

де f - коефіцієнт тертя, а r_a та r_b - радіуси кругів тертя у точках, що ми розглядаємо.

Але, у цьому випадку можна провести чотири дотичних до кругів тертя. Дотичну треба проводити так, щоб діюче зусилля (Р) створювало момент відносно тої або іншої цапфи, напрям якої має бути протилежним моменту тертя у заданій цапфі.

Відміна дійсного зусилля від геометричної осі призводить до вигину важеля, що враховується при конструюванні (збільшенням розмірів). При побудові плану сил реального механізму основною величиною буде сила корисного супротиву P_d .

Якщо побудувати трикутник сил, що діють на кривошипно-шатунний механізм у реальній машині (з урахуванням сил тертя) , то для визначення величини сил, необхідно визначити кути трикутника сил. Сила P_{AB} нахилена під кутом $\beta + \gamma$.

$$\sin\gamma = \frac{f\lambda(r_a + r_b)}{L} = \frac{f\lambda(r_a + r_b)}{R}$$

$$\text{Тоді} \quad P_{AB} = P_d \frac{\cos\varphi}{\cos(\beta + \gamma + \varphi)} \quad (37)$$

Кут φ не перебільшує $5^\circ 40'$ (при $f = 0,1$) сума кутів ($\beta + \gamma + \varphi$) також невелика. Так як кут γ не більше 3° ; кут β – при робочих кутах α не перебільшує 10° .

Таким чином, тригонометрична функція $\left(\frac{\cos\varphi}{\cos(\beta + \gamma + \varphi)} \right)$ в цілому змінюється від 1 до 1,06. Без великої похибки можна прийняти, при $\gamma = 0,25$

$$P_{AB} \approx P_d$$

При $\lambda > 0,25$ слід виконувати оцінку за залежністю (35).

Сила, що діє на напрямні руху пластини, визначається з виразу:

$$\frac{P_M}{P_d + fP_M} = tg(\beta + \gamma)$$

Звідки
$$P_M = \frac{P_d \cdot tg(\beta + \gamma)}{1 - f \cdot tg(\beta + \gamma)} \quad (38)$$

$f \cdot tg(\beta + \gamma)$ не перевершує значення (0,02 – 0,03), тому без великої похибки можна прийняти $P_M = P_d \cdot tg(\beta + \gamma) = P_d tg\beta + P_d tg\gamma$

Замінив $tg\beta \approx \sin\beta \approx \lambda(\sin\alpha + k)$, отримаємо

$$P_M = P_d[\lambda(\sin\alpha + k) + tg\gamma] \quad (39)$$

З формули (39) видно, що раціональний вибір значень k може суттєво знизити тиск на напрямні повзуна. Крутний момент на приводному валу в реальній машині знайдеться із виразу балансу елементарних робіт при повороті колінчатого валу на кут $d\alpha$:

$$M_K d\alpha = P_d dS + fP_M dS + fP_{AB} r_B d\beta + fP_{AB} r_B (d\alpha + d\beta) + fP_{01} - r_{01} d\alpha + fP_{02} r_{02} d\alpha \quad (40)$$

Тут P_{01} та r_{01} - реакція та радіус підшипника у першій опорі колінчатого валу;

P_{02} та r_{02} теж саме – відповідно у другій.

Вираз (40) можна спростити. Сила P_M є не більшою ніж $0,3 P_d$, добуток $f \cdot P_M$ буде не більше 3% від першого члену та не менше 3% від суми першої частини. У практичних розрахунках такою величиною можна знехтувати, розділивши праву та ліву частину на $d\alpha$ з урахуванням рівнянь (17,18, 30) можна записати:

$$M_K = P_d m_K^M + fP_d \left[\left(1 + \frac{d\beta}{d\alpha}\right) r_a + \frac{d\beta}{d\alpha} r_b + \frac{P_{01}}{P_d} \cdot r_{01} + \frac{P_{02}}{P_d} \cdot r_{02} \right] \quad (41)$$

Про диференціюємо відоме рівняння $\sin \beta = \lambda(\sin\alpha + k)$:

$$\cos\beta \cdot d\beta = \lambda \cos\alpha \cdot d\alpha$$

$$\frac{d\beta}{d\alpha} = \lambda \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} \approx \lambda \cos\alpha$$

$$\text{Тоді } M_k = P_d m_k^M + f P_d \left[(r_a (1 + \lambda \cos \alpha) + \lambda \cos \alpha \cdot r_b + \frac{P_{01}}{P_d} \cdot r_{01} + \frac{P_{02}}{P_d} \cdot r_{02}) \right] \quad (42)$$

Оскільки другий член рівняння залежить тільки від умов тертя, рівняння (42) можна записати у вигляді

$$M_k = P_d (m_k^M + m_k^f) \quad (43)$$

$$\text{де } m_k^f = f \left[(1 + \lambda \cos \alpha) r_a + \lambda r_b \cdot \cos \alpha + \frac{P_{01}}{P_d} \cdot r_{01} + \frac{P_{02}}{P_d} \cdot r_{02} \right] \quad (44)$$

За аналогією з приведеним відносним параметром m_k^M на практиці використовують величину m_k^f . Оскільки $\gamma < 1$, можна без великої помилки у розрахунках використовувати найбільшим значенням m_k^f , отриманим при $\alpha = 0$. Зазвичай величину m_k^f приймають незалежною від кута α та рівною:

$$m_k^f = f \left[(1 + \lambda) r_a + \lambda r_b + \frac{P_{01}}{P_d} \cdot r_{01} + \frac{P_{02}}{P_d} \cdot r_{02} \right] \quad (45)$$

В більшості випадків r_{01} та r_{02} незначно відрізняються один від одного, тому можна прийняти $r_0 = \frac{r_{01} + r_{02}}{2}$. Крім того P_{01} та P_{02} – величини, що мало відрізняються один від одного (принаймні у випадку пресів з двома стойками), а сума $P_{01} + P_{02} \approx P_d$

Тоді вираз для m_k ще спроститься:

$$m_k^f = f [(1 + \lambda) r_a + \lambda r_b + r_0] \quad (46)$$

Для розрахунку крутного моменту на приводному валу використовують зазвичай залежність $M_k = P_d m_k$ (47)

$$\text{де } m_k = m_k^M + m_k^f \quad (48)$$

Для пресів з нижнім розташуванням кривошипа значення m_k^M та m_k^f можна отримати тим самим способом, який був використаний при визначенні кінематичних параметрів. Отримаємо аналогічно формулі (46)):

$$m_k^f = f [(1 + \lambda \cos \alpha) r_a + \lambda \cos \alpha \cdot r_b + r_0] \quad (50)$$

Відповідно
$$m_K^M = R(\sin\alpha - \frac{\lambda}{2}\sin 2\alpha - k\lambda\cos\alpha). \quad (51)$$

У випадку, якщо робочий кут лежить в області, близькій до 0, $\cos\alpha$, можна прийняти рівним 1, при великих значеннях α беремо значення $\cos\alpha = 0$.

Висновки по розділу.

1. Отримані аналітичні залежності можна використовувати для визначення кінематичних і силових параметрів пресів для макулатури при їх проектуванні.
2. В реальній машині при $\alpha = 0$ та заданому P_d , виникаючий на приводному валу крутний момент має певну величину що різниться від 0, та навпаки, усякий крутний момент в кінці ходу може розвивати лише цілком визначене зусилля.
3. В ідеальній машині при $M_K \neq 0$ та $\alpha = 0$ на повзуні виходить зусилля нескінченно великої величини.

Розділ 3.

Аналітичне дослідження параметрів ромбовидного механізму

Раніше було обґрунтовано можливість використання в якості силового механізму пресу для макулатури важільного ромбовидного механізму. Одна з причин чому це можливо, це те що для пресування вторсировини (відходів паперу) не потрібно створювати таких значних зусиль як для пресування металолому і полімерних відходів тари (наприклад ящиків). Даний механізм має ряд суттєвих переваг, а саме це простота конструкції, компактність, технологічність виготовлення, зручність обслуговування, можливість використовувати в якості привода як передачу «гвинт – гайка», так і гідроциліндри. Даний механізм дозволяє створювати значні зусилля пресування при достатньому ході пресувальній пластині. Також перевагою є те що зусилля пресування прикладається в двох точках, а не в одній як у кривошипних механізмах і одноциліндрових гідравлічних пресах.

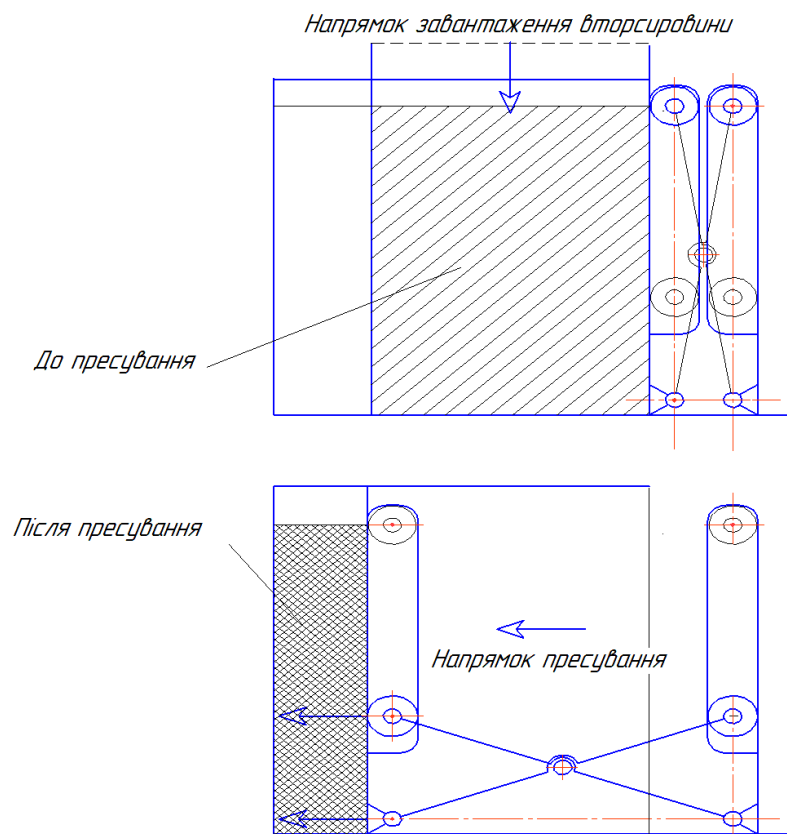


Рис. 1 Схема преса з використанням ромбовидного механізму

Так на рисунку 1 показана схема преса з використанням ромбовидного механізму. Компоновка основних вузлів дозволяє завантажувати вторсировину як зверху ,так і збоку камери пресування . Відповідно можна сконструювати і різні варіанти вивантаження пресованих тюків.

1. Визначення основних параметрів ромбовидного механізму

Розрахункова схема механізму пресування показана на рис. 2.

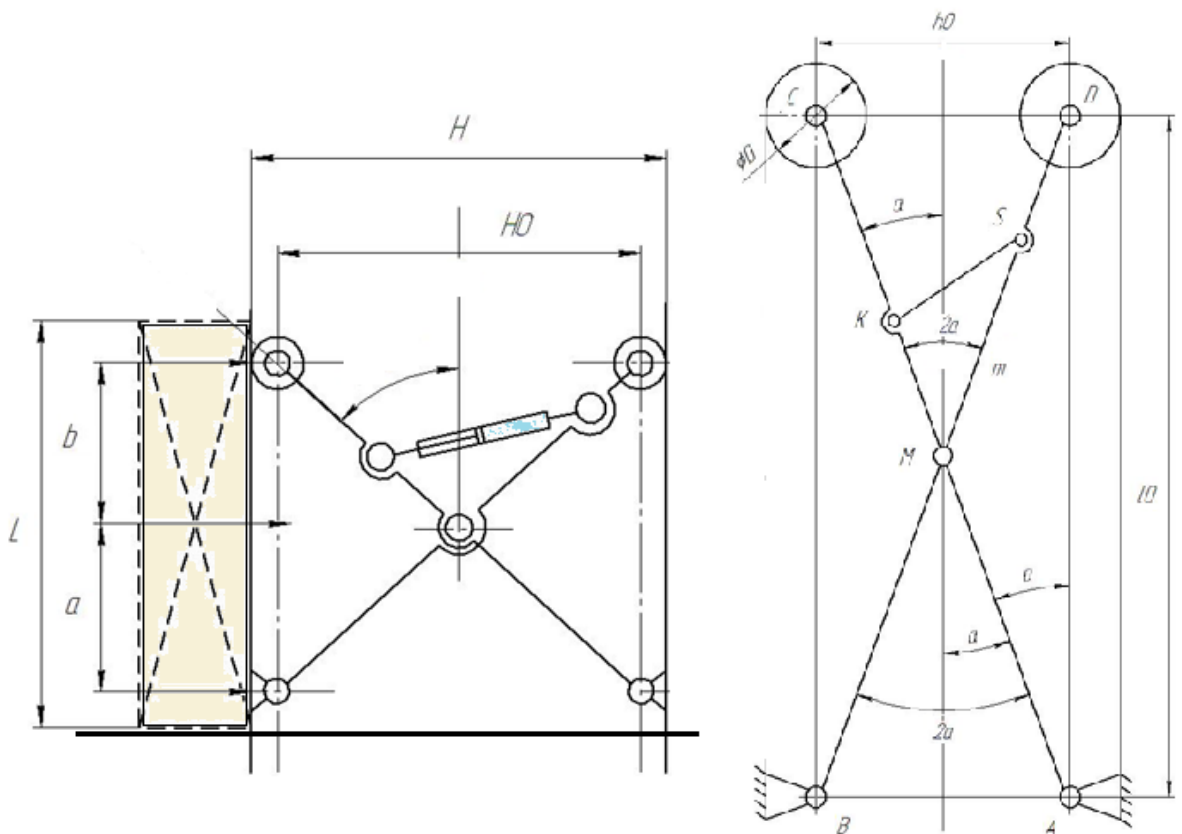


Рис. 2 Розрахункова схема механізму

Позначимо нерухомі точки кріплення шарнірів А і В , а рухомі де встановленні ролики С і О (рис .3) . Для даного механізму повинна виконуватися умова :

$$l_{AB} = l_{BD} = l_0 \quad (1)$$

В кінці максимального переміщення пресуючої пластини :

$$H = H_0 + D , h_0 = D. \quad (2)$$

де D – діаметр ролика на рухомому важелі .

Мінімальний кут між важелями у складеному стані коли відбувається завантаження преса сировиною:

$$\alpha_o = \arcsin \left(\frac{D}{l_o} \right); \quad \frac{h_o}{l_o} = \sin \alpha .$$

Для подальших аналітичних викладок позначимо :

$$l_{KS} = l_m , \quad l_{AB} = l_{BD} = l_o , \quad h_o = D$$

Відстані до точок встановлення коливального гідроциліндра

$$SO = \left(\frac{l_o}{2} - m \right); \quad KC = \left(\frac{l_o}{2} - t \right). \quad (3)$$

Як видно з схеми в процесі навантаження одна з точок прикладення зосереджених сил (для пресуючої пластини це т. В і С) , а саме т. С буде зміщуватися до низу. Якщо позначити Q як силу опору пресуванню , то розподіл сил між опорами (рухомий і нерухомий) визначиться як:

$$Q_1 = \frac{Q \cdot b}{a+b} = \frac{Q \cdot b}{l} \quad Q_1 = \frac{Q \cdot b}{l} \quad Q_2 = \frac{Q \cdot a}{l} \quad (4)$$

Визначимо зусилля які виникають у шарнірах важелів ромбовидного механізму . Для цього складемо відповідні рівняння рівноваги (будемо вважати, що система рухається рівномірно і сили інерції відсутні) .

Розглянемо окремо рівновагу ролика в т. С (рис .3). Складові сил :

$$F_2^x = F_2 \cdot \cos \alpha, \quad F_2^x = f'' \cdot Q_2 \quad \text{де} \quad (5)$$

де f'' - приведений коефіцієнт тертя :

$$f'' = \left[\frac{2k+1,27 \cdot f \cdot d}{D} \right] \quad (6)$$

k - коефіцієнт тертя кочення (0,01...0,03);

f - коефіцієнт тертя ковзання (0,015...0,02).

Сила діюча на важіль СА буде рівнятися:

$$F_2 = \frac{F_2'}{\cos \alpha} \quad \text{або після заміни згідно (6)} \quad F_2 = \frac{Q_2(2k+1,27 \cdot f \cdot d)}{D \cdot \cos \alpha} \quad (7)$$

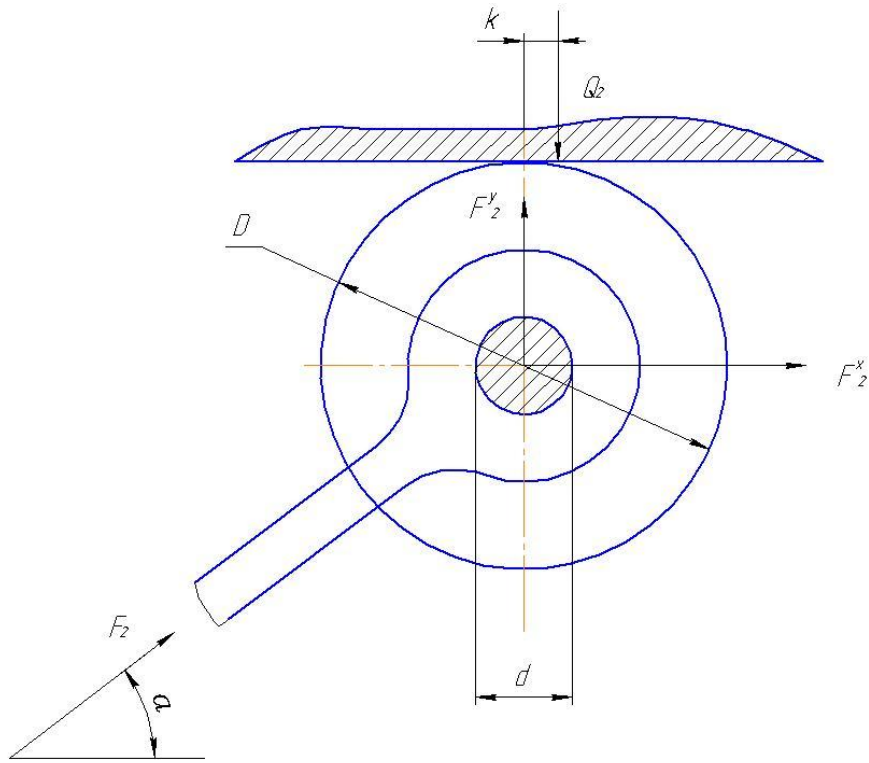


Рис. 3. Схема до визначення сил в шарнірі С

Момент опору пересуванню ролика :

$$(M_{оп})_c = F_2^x \cdot \frac{D}{2} = \frac{Q_2 \cdot D}{2} \cdot f'' \quad (8)$$

Зусилля які виникають в нерухомому шарнірі (т. В) показані на рисунку 4.

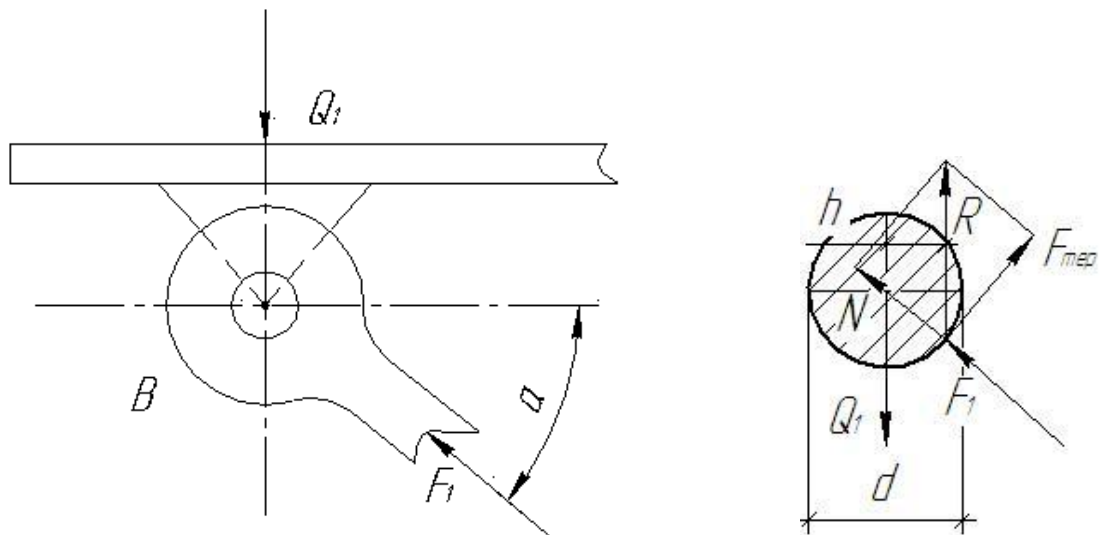


Рис. 4. Схема до визначення сил в шарнірі В

Розглянемо окремо рівновагу сил у шарнірі В. Так можна записати:

$$h = \frac{d_2}{2} \cdot \sin \rho' \quad (9)$$

Як відомо для малих кутів справедливе спрощення:

$$\sin \rho' \approx \operatorname{tg} \rho' = 1,27 f, \text{ де } \rho' - \text{ кут тертя.} \quad (10)$$

Тоді нормальна реакція : $N = F_1; \quad Q = R.$

Момент тертя в шарнірі B (стойка):

$$(M_{\text{тер}})_B = F_{\text{тер}} \cdot h = R \cdot \frac{d}{2} \cdot f' \quad (11)$$

Відповідно момент опору при коливання важеля:

$$(M_{\text{оп}})_B = (M_{\text{тер}})_B = Q_1 \cdot \frac{d}{2} \cdot f' \quad (12)$$

Нормальна реакція : $N = F_1 = R \cdot \cos \rho' , \quad (13)$

де приведений кут тертя $\rho' = \arctg f' . \quad (14)$

Навантаження важеля збоку нерухомого шарніра :

$$F_1 = Q \cdot \cos(\arctg f') ., \quad (15)$$

де $f' = 1,27 f$. *приведений коефіцієнт тертя.*

Розподіл навантаження між точками контакту показаний на рис 5.

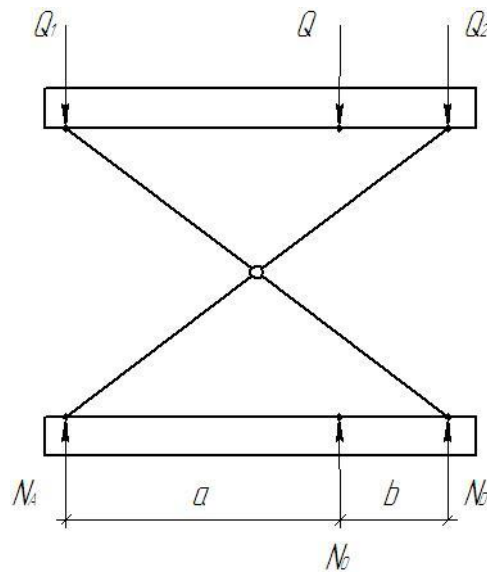


Рис. 5 Схема до визначення реакцій

Реакції в точках шарнірів :

$$N_A = \frac{N_0 \cdot b}{a+b} = \frac{Q \cdot b}{l} \quad N_D = \frac{N_0 \cdot a}{a+b} = \frac{Q \cdot a}{l} \quad N_0 = Q. \quad (16)$$

Зусилля та момент опору в шарнірі (т. А). для схеми кріплення шарніра показаної на рис. 6. Сила діюча вдовж важелю :

$$F_3 = N_A \cdot \cos(\arctg f') \quad \text{або} \quad F_3 = \frac{Q \cdot b}{l} \cdot \cos(\arctg f') \quad (16)$$

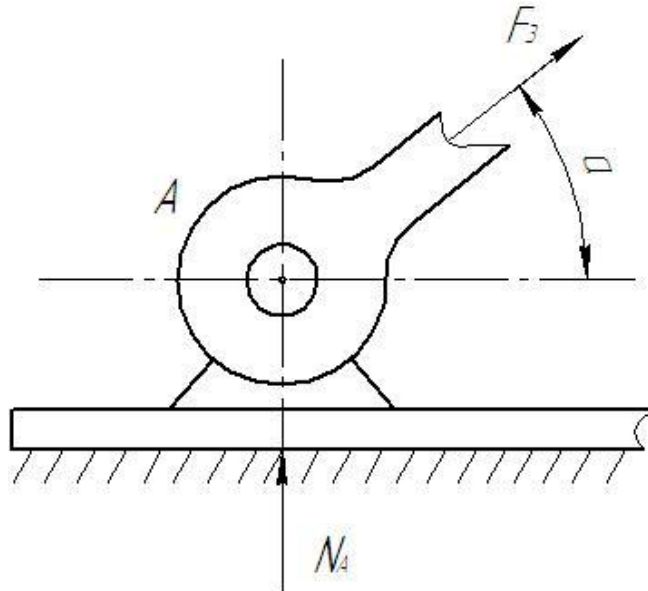


Рис. 6 . Схема кріплення шарніра в т. А

Момент опору в шарнірі при коливанні важелю:

$$(M_{\text{оп}})_A = N_A \cdot \frac{d}{2} \cdot f' = \frac{Q \cdot b}{l} \cdot \frac{d}{2} \cdot f' \quad (19)$$

Зусилля на момент опору в т. D

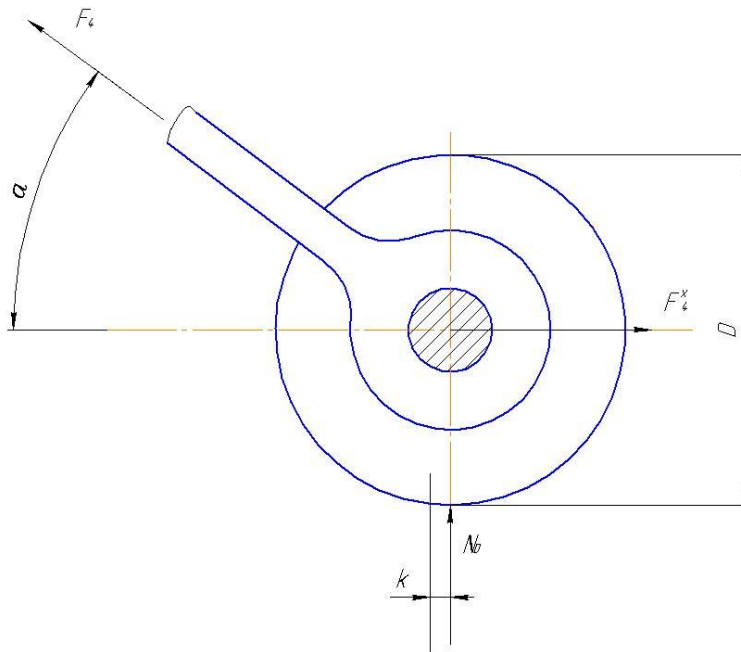


Рис. 7. Схема діючих сил в рухомім шарнірі в т. О

Нормальна реакція з боку нерухомої пластини :

$$N_o = \frac{Q \cdot a}{l} \quad (20)$$

Сила діюча вдовж важеля :

$$F_4 = \frac{N_D(2k+1,27 \cdot f \cdot d)}{D \cdot \cos \alpha} \quad (21)$$

Момент опору пересуванню ролика рухомого шарніра :

$$(M_{оп})_D = F_4^x \cdot \frac{D}{2} = \frac{N_D \cdot D}{2} \cdot f'' \quad (22)$$

2. Визначення параметрів гідроприводу

Визначимо потрібні розміри гідроциліндра у випадку встановлення його в точка К і S на важелі ромбовидного механізму (рис. 2.). Так з трикутника ΔMKS мінімальна довжина гідроциліндра буде рівнятися (згідно теореми косинусів):

$$l_{KS} = l_m = \sqrt{t^2 + m^2 - 2tm \cdot \cos(2\alpha_0)} \quad (23)$$

Де точки m і t це відстані від точок кріплення корпусу і штока до центра перетинання важелів $t.M$. Для визначення сил діючих на шток гідроциліндра розглянемо рівновагу шарніра кріплення в т. S. Напрямок діючих зусиль показаний на рисунку 8.

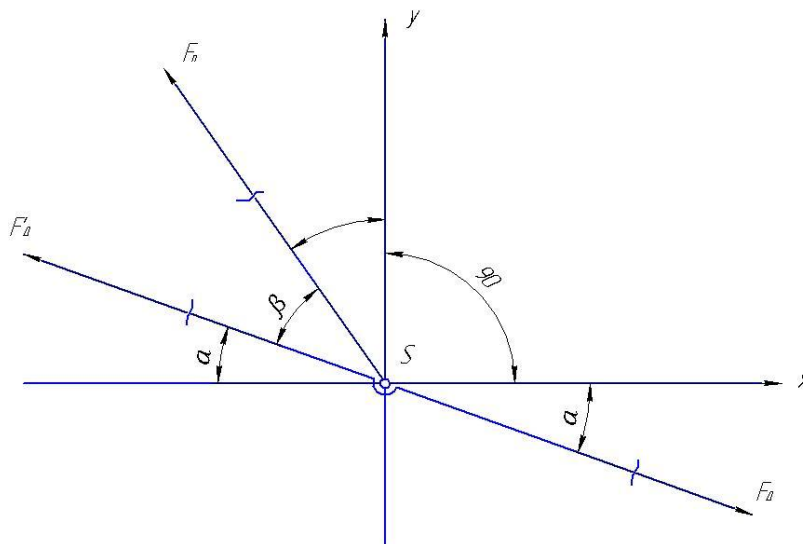


Рис. 8 схема до визначення сил в шарнірі S

Умова рівноваги шарніра запишеться у вигляді системи рівнянь (24).

$$\sum F_y = F_{\Pi} \cdot \sin(\alpha_0 + \beta) + F'_D \cdot \sin \alpha_0 - F_D \cdot \sin \alpha_0 = 0$$

$$\sum F_x = -F_{\Pi} \cdot \cos(\alpha_0 + \beta) - F'_D \cdot \cos \alpha_0 - F_D \cdot \cos \alpha_0 = 0 \quad (24)$$

Рішення даної системи буде наступним :

$$F'_D = \frac{F_D \cdot \sin \alpha_0 - F_{\Pi} \cdot \sin(\alpha_0 + \beta)}{\sin \alpha_0}$$

$$-F_{\Pi} \cdot \cos(\alpha_0 + \beta) - \left[\frac{F_D \cdot \sin \alpha_0 - F_{\Pi} \cdot \sin(\alpha_0 + \beta)}{\sin \alpha_0} \right] \cdot \cos \alpha_0 + F_D \cdot \cos \alpha_0 = 0$$

або

$$-F_{\Pi} \cdot \cos(\alpha_0 + \beta) \cdot \sin \alpha_0 - F_D \cdot \sin \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0 + F_{\Pi} \cdot \sin(\alpha_0 + \beta) \cdot \cos \alpha_0 + F_D \cdot \cos \alpha_0 = 0$$

$$F_{\Pi} [\sin(\alpha_0 + \beta) \cdot \cos \alpha_0 - \cos(\alpha_0 + \beta) \cdot \sin \alpha_0] =$$

$$F_D (\sin \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0 - \cos \alpha_0) \cdot F_{\Pi} \sin = F_D \cdot \cos \alpha_0 \cdot (\sin \alpha_0 - 1)$$

Визначимо F_{Π} – зусилля, яке потрібно створити гідроциліндром, щоб забезпечити пресування потрібної киви з паперово-картонних відходів:

$$F_{\Pi} = F_D \cdot \frac{\cos \alpha_0 (\sin \alpha_0 - 1)}{\sin \beta} \quad (25)$$

$$F_D = F$$

$$F = \frac{Q \cdot a}{l} \cdot \frac{(2k+1,27f \cdot d)}{D \cdot \cos \alpha} \quad (26)$$

У початковому положенні: $\alpha = \alpha_0$, $a = b = l_0/2$.

Отримані залежності дозволяють визначити потрібні для проектування ромбовидного механізму параметри і спроектувати привод .

Основні висновки

1. Пакування із картону та паперу вважається більш екологічним, оскільки воно швидко розкладається у навколишньому середовищі, однак відходи макулатури займають великий об'єм і мають малу масу і недоцільні для транспортування. З іншого боку основа маса відходів утворюються далеко від підприємств які переробляють втор сировину на нову продукцію. Тому доцільно на пунктах прийому втор сировини встановлювати малогабаритні преса невеликої потужності для створення кіп більшої щільності. Пресування втор відходів економить місце в 3-5 разів.

2. В наш час найбільш розповсюдженні однокамерні преса.

На даний час основними споживачами пресів для створення транспортних пакетів з макулатури є малі і середні (частіше приватні) підприємства, котрі стикаються з проблемою великих об'ємів відходів виробництва та сміття. В наш час найбільш розповсюдженні однокамерні преса.

3. Представляється доцільним розглянути можливість використання для пресування макулатури на малих і середніх підприємствах попереднього збору та переробки вторсировини більш простих електромеханічних систем у складі яких є важільні виконавчі механізми. . Конструкції в яких використовуються важільні виконавчі механізми мають високі експлуатаційні якості, економічні , прості в керування і тому їх широко використовують в галузях харчової і переробної промисловості, при формування тари, для подрібнення сировини та т. п.

4. Проведене аналітичне дослідження дозволили отримати залежності для визначення кінематичних та силових параметрів двох найбільш ефективних для використання пресів важільних механізмів. (Паралелограмний механізм, кривошипно-шатунний, ромбовидний.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ З ПЕРЕРОБКИ ПАПЕРОВО-КАРТОННИХ ВІДХОДІВ

1. Стандарти безпеки

На сьогодні розвиток науки та техніки призводить до багатьох нововведень у сферах матеріального виробництва, принципово вносячи зміни у процеси виробництва та матеріали, що використовуються, знаряддя праці, предмети, тощо.

Удосконалення самої технології, а також устаткування призводить до змін у трудовому процесі та умовах праці загалом. Тому при розробці сучасної техніки, технологічних процесів, а також організації виробництва виникає потреба у проведенні наукового аналізу усіх факторів, що можуть призвести до небезпеки та шкоди для людини, а також розроблення цих факторів, які в свою чергу спрямовані до мінімізації їх шкідливого впливу на організм людини.

Безпека праці - це сукупність умов, які слід підтримувати на робочому місці, щоб працівники могли виконувати свої завдання безпечно і без шкоди для здоров'я. Значною мірою це залежить від роботи та поведінки працівників на робочому місці.

Одним із основних зобов'язань роботодавця у сфері профілактики у галузі охорони праці та безпеки праці є використання заходів щодо попередження професійних захворювань та інших захворювань, пов'язаних із виконаною роботою. Основні вимоги щодо охорони здоров'я працівників були викладені в законі "Про охорону праці" та у виконавчих актах до вищезазначених законів. Відповідно до цього регламенту роботодавець несе відповідальність за охорону здоров'я та життя працівників шляхом забезпечення безпечних та гігієнічних умов праці при належному використанні науково-технічних досягнень.

Робота на виробництві з виготовлення паперу та картону відноситься до категорії робіт з підвищеною небезпекою.

Конструктивна частина преса розміщена в закритому приміщенні та пов'язана з використанням складного устаткування. При модернізації пресової частини ПРМ є необхідність у передбаченні засобів захисту від факторів що можуть мати шкідливу дію. При цьому на робочому місці інженера який займається обслуговуванням пресової частини будуть такі шкідливі від виробництва фактори: вібрація; можливість ураження електричним струмом; шум від виробництва; пожежна небезпека; рухомі та обертові механізми та машини; тепловипромінювання, пара, нагріта поверхня устаткування; запыленість пилом від паперу, який при підвищених концентраціях може призвести до вибуху.

2. Стандарти зберігання макулатури та допоміжних речовин

Зберігання паперу та макулатури не допускається за межами спеціально призначених складів. Склади макулатури повинні розташовуватися на відстані не менше 25 м від найближчих будівель. Тюки з паперовими виробами та макулатурою можуть укладатися максимум до 4 шарів з проходами шириною 1,5 м. Перевезення макулатури на склади та міжвідомчий транспорт слід механізувати; міжгалузевий транспорт повинен здійснюватися в щільно закритих пристроях.

Така речовина, як відбілюючий хлорид (гіпохлорит кальцію) може зберігатися лише у закритих приміщеннях, спеціально призначених для цього, прохолодних, сухих, добре провітрюваних. Бочки хлориду від вапна повинні бути герметичними та утримуватися у належному стані. Бочки, спорожнені хлористим підбілювачем, слід зберігати у місцях, спеціально призначених для цієї мети, таким чином, щоб працівники, які працюють поблизу, не піддавались впливу хлору від залишків хлориду хлорного вапна, що залишилися в бочках.

Смолу слід зберігати у пожежобезпечних приміщеннях, спеціально призначених для цього, із застосуванням відповідних заходів протипожежного захисту. Транспортування смоли має бути механізованим, а її подрібнення має відбуватися у щільно закритому апараті.

У нещодавно побудованих та відновлених заводах мокру м'якоть та мокру целюлозу в рулонах слід зберігати у спеціально відведених опалюваних складах. Підлоги в цих складах повинні бути виготовлені з не вибираючого матеріалу і мати нахил до каналізації. Вологі м'якоть не можна зберігати на висоті понад 1,7 м.

Діяльність з твердим гідроксидом натрію або його розчинами потребує виконання роботи з належною обережністю. Працівники, зайняті в цих видах діяльності, повинні працювати в тісних захисних окулярах, захисному взутті та одязі, а також у рукавичках з тривалим користуванням. Розпилювачі твердого гідроксиду натрію або його розчину не повинні дозволяти накопичуватися на підлозі, які необхідно негайно видалити промиванням водою. Поблизу робочих станцій, де проводяться роботи з твердим гідроксидом натрію або його розчинами, повинні бути чіткі інструкції щодо надання першої допомоги у разі лугових опіків.

3. Оцінка безпеки машин переробки паперу

Оцінюючи відповідність, корисно застосовувати гармонізовані стандарти з директивою про машини, безпосередньо пов'язані з машинами, що використовуються для виробництва та переробки паперу, таких як:

- стандарти серії ДСТУ 2950-94 («Засоби вимірювань та випробувальне обладнання у целюлозно-паперовій промисловості»), щодо вимог безпеки для проектування та будівництва машин для виробництва та обробки паперу;

- стандарти серії ДСТУ EN 1010-1(2,3,4):2014 («Безпека машин. Вимоги безпеки до проектування та виготовлення друкарських та папероробних машин») із зазначенням вимог безпеки для проектування та виготовлення друкарських та папероробних машин;

- стандарти серії ДСТУ EN 415-7:2014 («Безпечність пакувальних машин. Машини для сортування та подальшого пакування»), щодо безпеки сортувальних машин.

При оцінці безпеки, також варто використовувати стандарт для аналізу

ризикі ДСТУ EN 1034-1:2014 – «Безпечність машин. Вимоги щодо безпеки на етапі проектування і конструювання машин для виготовлення та оброблення паперу».

Для досягнення безпеки машини і, нарешті, всього заводу, компоненти безпеки (для забезпечення безпеки) та система управління повинні працювати належним чином, а в разі помилки (відмови) залишатися в стані, що гарантує безпеку, або переміщувати машину в так званий безпечний стан (зазвичай це часткове або повне відключення машини). Це досягається за допомогою спеціалізованої технології, яка відповідає вимогам описаних раніше стандартів. Важливим з точки зору безпечної експлуатації є визначення безпечних способів доступу до компонентів, резервуарів, машин, що обробляють паперову пульпу, а також пакувального паперу з паперових тюків у готові до продажу

матеріали. Ці аспекти безпеки визначені в наступних стандартах:

- ДСТУ EN ISO 13857:2014 – «Безпека машин. Безпечні відстані для запобігання пошкоджень верхніх та нижніх кінцівок».
- ДСТУ EN 62061:2014 – «Безпечність машин. Функціональна безпека електричних, електронних і програмованих електронних систем контролю, пов'язаних з безпекою».
- ДСТУ EN ISO 14119:2014 – «Безпечність машин. Блокувальні пристрої, з'єднані з огорожами. Принципи проектування і вибору».

А також стандарти серії ДСТУ ISO 14122-1:2004 - «Безпечність машин. Стаціонарні засоби доступу до машин», які визначають вибір постійних засобів доступу між двома рівнями робочих майданчиків та проходів, сходів, балюстрад та драбин.

4. Пожежна небезпека

Папір та картон у яких температура займання досить низька (близько 250 °С) є основним робочим матеріалом при роботі. При роботі пресової частини ПРМ також використовуються горючі мастильні матеріали.

У відповідності до ОНТП 24 – 86 [5] приміщення для пресової частини ПРМ відноситься до категорії В – пожежонебезпечні, так як містять горючі речовини, клас зони П – II (ПУЕ). Згідно з СНиП 2.01.02-85 приміщення відноситься до першого ступеня вогнетривкості. Кількість поверхів не обмежується. У межах пожежних відсіків площа поверхів не обмежується.

Для захисту від можливих пожеж необхідно регулярно відводити пил із пресової частини ПРМ, завчасно прибирати бракований папір, зберігати легкогорючі матеріали в спеціально відведених металевих ящиках, палити тільки у відповідних зонах які розташовані за межами цеху де розташована машина.

Для запобігання та ліквідування можливих пожеж передбачаються наступні заходи: встановлення відповідних сигнальних пристроїв та системи електричної пожежної сигналізації (ЕПС), що реагують на підвищення температури та появу диму, а також забезпечення засобами оперативного зв'язку з пожежною частиною; встановлення установок автоматичного реагування на пожежу та подальшого гасіння; використання заземлення для запобігання від статичної електрики: планування приміщення для забезпечення двох евакоходів шириною не менше 2м та із відстанню від найвіддаленішої точки приміщення яка відповідає СНиП; комплектування приміщення первинними засобами для гасіння пожеж: вогнегасників ОУБ – 3А – 10шт., ящиків з піском місткістю 0,5 м³ – 6 шт. разом із совковими лопатами, гідрантами – 12 шт.; протипожежні покривала із негорючого матеріалу; встановлення відповідних бочок для пожежогасіння.

При пожежі в першу чергу негайно потрібно вимкнути приливну та витяжну вентиляції, при цьому знизивши швидкість машини до мінімуму. Не рекомендується зупиняти машину без особливого розпорядження. В місцях накопичення сухого бракованого паперу необхідне встановлення системи автоматичного пожежогасіння (вище описаної). При перших проявах пожежі негайно вжити первинні заходи пожежогасіння.

Протипожежна безпека пресової частини ПРМ відповідає нормам та вимогам СНиП 2.01.02-85.

8. Техніка безпеки при випробуванні та експлуатації обладнання для пресування вторсировини.

Примірна інструкція з охорони праці для випробувача герметичності (гідравлічним або повітряним тиском) (далі - Інструкція), поширюється на осіб, які працюють за професією випробувача герметичності (гідравлічним або повітряним тиском) (далі - випробувач герметичності) на суднобудівних та судноремонтних підприємствах.

2. До роботи випробувачем герметичності допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд при прийомі на роботу та не мають протипоказань, навчені у встановленому порядку за основною професією, пройшли вступний інструктаж та первинний на робочому місці, стажування протягом 12-15 робочих змін, перевірку практичних навичок і знань з питань охорони праці і мають посвідчення.

Терміни стажування і допуск до самостійної роботи встановлюються розпорядним документом (наказом) по підприємству (структурному підрозділу).

3. Випробувач герметичності виконує роботи із застосуванням різних інструментів, оснащення й устаткування в різних умовах: у суднових приміщеннях, на палубі, у надбудовах, машинних відділеннях, на стапелях, у доках, у цеху і на відкритих виробничих площадках.

4. Випробування герметичності суднових конструкцій секцій, блоків, цистерн, трубопроводів, арматури і т.п. (гідравлічним і повітряним тиском) проводяться з метою перевірки міцності конструкцій або щільності з'єднань і представляють джерело підвищеної небезпеки, як для робітників, зайнятих проведенням випробувань, так і для навколишніх.

5. При гідравлічних випробуваннях відсіків, трюмів, кофердамів, цистерн, патрубків і інших судових конструкцій можливі випадки відриву заглушок, викидання пробок з отворів, руйнування прокладок і викидання струменя рідини під великим тиском, а у випадку випробування мастилом й іншими займистими рідинами можливо їх запалення і нанесення опіків працюючим.
6. Потенційно небезпечними є випробування конструкцій і виробів повітрям, тому що стиснене повітря має великий запас потенційної енергії й у випадку руйнування випробувального виробу (конструкції) можливий вибух з досить важкими наслідками.
7. При проведенні випробувань систем трубопроводів, ємностей, шлангів і інших виробів повітряним тиском вище 200 кг/см² пред'являються винятково високі вимоги до чистоти випробовуваних виробів і оснащення (відсутність мастил і т.п. забруднень), тому що жирові забруднення при високих тисках повітря викликають вибух.
8. Безвідмовна і безаварійна робота на випробувальних стендах, а також при проведенні випробувань судових корпусних конструкцій, виробів і систем цілком залежить від технічної підготовленості персоналу працюючих на випробуваннях, строгого дотримання режиму випробувань і вимог безпеки.
9. При проведенні гідравлічних і пневматичних випробувань повинні виконуватися вимоги цієї Інструкції, конструкторської і технологічної документації на системи і вироби.
10. Відповідальним керівником робіт за підготовку і безпечне проведення випробувань призначається один з випробувачів, що пройшов перевірку знань з охорони праці та має посвідчення на право виконання цих робіт.

Обов'язки серед випробувачів розподіляє керівник робіт з урахуванням кваліфікації робітників, вимог технологічного процесу, а також складності і значимості операцій.

11. Випробувач герметичності в процесі роботи повинен пройти навчання з поданням першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, за правилами поведіння при виникненні аварійних ситуацій і володіти прийомами подання першої долікарської допомоги і транспортування потерпілого, знати розташування аптечки і призначення засобів, що містяться в ній, вміти ними користуватися.

12. У процесі виробничої діяльності на випробувачів герметичності можуть діяти шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що шкідливо впливають на здоров'я:

машини і механізми, що рухаються; рухливі частини виробничого устаткування; вироби, заготовки, матеріали, що пересуваються.

підвищена або знижена температура повітря робочої зони;

розташування робочого місця на висоті;

падіння предметів з висоти;

фізичні перевантаження;

робота в замкнутому просторі.

13. Під час роботи випробувач герметичності повинен знати і дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку на підприємстві, правил особистої гігієни і санітарії:

переодягатися і залишати одяг в побутових приміщеннях;

питну воду вживати у спеціально обладнаних місцях;

прийом їжі проводити в спеціально обладнаному приміщенні, обов'язково помивши перед цим руки з милом.

14. Спеціальні одяг, взуття й інші засоби індивідуального захисту видаються безкоштовно адміністрацією в складі: костюм лавсанобавовняний, фартух брезентовий, чоботи гумові, рукавиці, куртка і штани бавовняні на утепленій підкладці при роботі в зимових умовах, каска захисна, окуляри захисні, респіратор (при необхідності).

Спецодяг, спецвзуття і засоби індивідуального захисту слід тримати в чистоті і справному стані, зберігати окремо від повсякденного одягу й особистих речей.

15. На будуємих і ремонтуємих суднах, а також на території підприємства, де це встановлено правилами внутрішнього розпорядку, необхідно працювати і знаходитися в захисній касці.

16. При переміщенні навколо судна і по судну необхідно бути уважним, уникаючи імовірності травматизму падаючими зверху предметами або від падіння через прокладені на шляхах переміщення шланги, кабелі й інші лежачі предмети.

1.17. При роботі крана не можна знаходитися на шляху переміщення вантажу, стояти або проходити під ним.

1.18. Випробувач герметичності повинен виконувати тільки ту роботу, що доручена адміністрацією і за умови, що безпечні способи її виконання передбачені в технологічному процесі і робітник ними володіє.

У сумнівних випадках необхідно звертатися до керівника робіт з підпорядкованості за роз'ясненнями й уточненнями.

При одержанні завдання на незнайому роботу необхідно одержати від керівника роботи інструктаж про безпечні способи її виконання.

Якщо поряд з основною роботою необхідно в порядку суміщення виконувати й інші роботи, наприклад, стропування і переміщення устаткування, деталей і інших вантажів, необхідно пройти навчання і перевірку знань з питань охорони праці за професіями, які заміщуються.

1.19. Знаходячись на території підприємства, необхідно дотримуватись правил внутрішнього розпорядку.

20. Про кожен нещасний випадок, зв'язаний з виробництвом, потерпілий або очевидець нещасного випадку зобов'язаний негайно сповістити керівника

робіт, який повинен організувати першу долікарську допомогу постраждалому, доставку його в лікувальну установу, повідомити власнику і службі охорони праці.

21. Випробувач, що виявив порушення вимог безпеки і пожежної безпеки іншими робітниками або виникнення небезпеки для навколишніх має попередити порушника про необхідність дотримання вимог, що забезпечують безпеку виконання робіт, а навколишніх про небезпеку, що грозить, і докласти керівнику робіт.

22. При виявленні несправності устаткування, пристосувань, інструмента сповістити про це керівнику робіт. Користуватися і застосовувати в роботі несправне устаткування й інструменти не допускається.

23. Випробувач герметичності вправі відмовитися від роботи, що доручається, якщо на робочому місці створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя і здоров'я, або для навколишніх людей і природного середовища.

Факт наявності такої ситуації повинен підтверджуватися фахівцями з охорони праці підприємства у встановленому законодавством порядку.

24. Випробувач герметичності зобов'язаний:

підключатися про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей у процесі виконання будь-яких робіт або під час перебування на території підприємства;

знати і виконувати вимоги цієї Інструкції, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням і іншими засобами виробництва;

дотримуватись обов'язків по охороні праці, передбачених колективним договором (угодою, трудовим договором) і правилами внутрішнього трудового розпорядку підприємства;

правильно застосовувати колективні й індивідуальні засоби захисту, дбайливо відноситися до виданого у використання спецодягу, спецвзуттю й іншим засобам індивідуального захисту;

дотримуватись вимог інструкцій з експлуатації устаткування;

знати місцезнаходження аптечки і засобів надання долікарської допомоги, первинних засобів пожежегасіння, головних і допоміжних виходів, шляхів евакуації у випадку аварії або пожежі;

знати номери телефонів медичної установи і пожежної охорони;

проходити у встановленому порядку попередні і періодичні медичні огляди;

співробітничати з адміністрацією підприємства в справі організації безпечних і нешкідливих умов праці, особисто вживати посильних заходів по усуненню будь-якої виробничої ситуації, що створює погрозу його життю і здоров'ю або навколишніх людей і навколишньому природному середовищу, повідомляти про небезпеку своєму безпосередньому керівнику або іншій посадовій особі.

25. Випробувач, що порушує Інструкцію, притягується до відповідальності відповідно до діючого законодавства.

1. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи випробувачу герметичності необхідно:

1. Упорядкувати робочий одяг: штани повинні бути навипуск, куртка одягнена поверх штанів. Застебнути або підв'язати обшлага рукавів, підібрати звисаючі кінці одягу. Надягти захисну каску і закріпити її ремінцем за підборіддя.

Робота в легкому взутті (тапочках, босоніжках, сандаліях тощо) не дозволяється. Жінки повинні забрати волосся під косинку, зав'язану без звисаючих кінців.

2. Оглянути робоче місце і переконатися в достатності його освітленості, прибрати з-під ніг і проходів все, що може заважати в роботі. Перевірити справність огорожень прорізів.
3. Якщо при огляді робочого місця, устаткування, технологічного оснащення і пристосувань виявлені недоліки або несправності, слід повідомити про це керівнику робіт.
4. Якщо підлога в цеху, палуба судна, настил риштувань на місці майбутньої роботи слизькі або мокрі (облиті фарбою, мастилом, водою), слід протерти слизькі місця дрантям або посипати піском, тирсою.
5. Перевірити справність необхідного для роботи інструмента і пристосувань. Інструмент слід переносити в спеціальній сумці або шухляді.
6. Інструмент, пристосування й оснащення слід застосовувати строго по призначенню.
7. Слід перевірити справність устаткування, приладів, оснащення (гідравлічний прес, манометри, запобіжні клапани, запірна арматура, приєднувальні трубки, заглушки і т.п.) і пристроїв, необхідних для проведення випробувань, у тому числі:
 - справність гідравлічного преса, як-то: сальникової набивки, спускного і поворотного клапана; прес повинен підтримувати тиск без змін і підкачування протягом 5 хвилин;
 - справність манометрів (одного робочого й одного контрольного) і наявність на них пломб випробувань поточного року;
 - справність замикаючих вентилів на лінії повітропроводів для запобігання мимовільного підвищення тиску або витоку повітря;
 - справність притисків, цілісність гумових прокладок і установити захисне огороження на стенді гідравлічних випробувань;
 - чи добре відпалені мідні сполучні трубки, чи не скручені вони і чи відповідають тиску, застосовуваному при випробуванні;

наявність і справність заземлюючого пристрою;

надійність кріплення устаткування, щоб уникнути його падіння або перекидання.

8. Ручні інструменти повинні відповідати наступним вимогам:

гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок, що відвертаються, і не повинні мати тріщин на губках, губки повинні бути рівнобіжними;

слюсарний молоток повинен бути насаджений на ручку овального перетину, виготовлену з твердих грузлих порід сухого дерева (молодий дуб, клен, в'яз), і щільно заклинений сталевим заєршеним клином, бойок молотка повинен мати злегка опуклу гладку поверхню без наклепу, вибоїв і тріщин;

зубила повинні бути довжиною не менш 150 мм, гостро заточені і не повинні мати тріщин, наклепу і задирок на потилицях.

9. Струбцини і талрепи не повинні мати тріщин і зношеного різьблення на гвинтах, площини струбцин повинні бути рівнобіжними.

10. Технологічне оснащення і пристосування для випробувань повинні бути виготовлені по кресленнях, передбачених технологічним процесом.

Всі пристосування й оснащення повинні мати маркірування із вказівкою номера креслення і максимально дозволеного робочого тиску, а також мати клеймо ВТК.

11. Перевірити, що запобіжний клапан відрегульований на заданий тиск, опломбований, і має дату наступних випробувань.

12. Частина оснащення (болти, шпильки, гайки і т.п), що мають різьблення, не повинні мати забоїв, ум'ятин, зім'ятих і зірваних ниток різьблення.

13. Приступаючи до роботи на випробувальному стенді, необхідно ознайомитися із зауваженнями попередньої зміни в змінному журналі і зробити запис про початок роботи і стан стенда.

14. До початку випробувань необхідно ознайомитися з технологічною документацією або програмою випробувань випробовуваних виробів, конструкцій і т.п., а також методами і тривалістю випробувань.

Слід пам'ятати, що при неправильному і недбалому проведенні гідравлічного або повітряного випробування працівник піддає себе і навколишніх великій небезпеці, тому що при цьому можливо вибухове руйнування випробуваного виробу з усіма впливаючими з цього наслідками.

15. Необхідно перевірити наявність і справність засобів індивідуального захисту.

16. Після одержання в коморі пневматичного інструмента при необхідності залити його мастилом і перевірити працездатність, справність і кріплення абразивного інструмента, щіток, свердел і іншого.

17. При виконанні роботи в замкнутах і важкодоступних приміщеннях одержати від керівника робіт наряд-допуск і підготувати все необхідне для безпечного виконання дорученої роботи.

18. Не можна входити і виконувати роботи, попередньо не переконавшись, що в приміщеннях, де виконувалися фарбувальні, ізоляційні або електрозварювальні роботи, був зроблений аналіз повітряного середовища і установлена витяжна вентиляція.

19. При використанні переносного освітлення варто перевірити справність ізоляції шнура, наявність ковпака із захисною сіткою. Для місцевого освітлення слід використовувати вибухобезпечні лампи напругою 36 В (у цеху), а для переносного -12 В (на судні).

20. При роботі на висоті необхідно позначити небезпечну зону, щоб не допустити проходу туди людей, закріпити драбини для проходу на висоту.

21. Слід перевірити наявність і справність огорожень прорізів, вирізів і інших небезпечних місць або надійно закрити їх щитами.

22. Слід перевірити на місці майбутньої роботи наявність і справність риштувань, трапів, драбин, відповідність їх вимогам безпеки.

23. Уважно ознайомитися з виданим завданням і операціями технологічного процесу на доручену роботу, добре вивчити вимоги безпеки.

24. Невластиві роботи потрібно виконувати тільки після відповідного навчання за фахом і безпекою праці й оформлення допуску до самостійної роботи.

2. Вимоги безпеки під час виконання роботи

1. При виконанні випробувань необхідно виконувати вимоги цієї Інструкції і вимоги відповідної технологічної і конструкторської документації.

2. При виконанні роботи слід бути уважним, не відволікатися сторонніми справами, розмовами і не відволікати інших.

3. Випробування виробів, арматури, трубопроводів, посудин, балонів і т.п. гідравлічним і повітряним тиском на міцність дозволяється робити тільки на спеціально обладнаних ділянках, установках і стендах.

4. Випробування виробів на міцність повітряним тиском потрібно робити в спеціальній випробувальній ванні, заповненій водою і маючій запобіжні ґрати або кришку з замикаючим пристроєм.

Контроль за непроникністю виробу по повітряних пухирцях слід вести через оглядовий пристрій або за допомогою телевізійної установки.

Безпосередній огляд виробів під час випробувань робити не допускається.

5. Вироби, що через конструктивні особливості не можна випробувати у водній випробувальній ванні, треба випробувати тільки за захисним пристроєм.

Підходити до випробовуваного виробу для огляду або омилування дозволяється тільки після п'ятихвилинної витримки і встановлення потрібного випробувального тиску.

6. При заповненні виробу водою при підготовці до гідравлічного випробування не можна допускати утворення повітряної подушки, спускний повітряний краник, розташований у верхній частині виробу, слід закривати тільки після появи з нього води.

7. Тиск у випробовуваному виробі слід піднімати плавно, без поштовхів і ударів до величини, зазначеної в технічних умовах.

8. Гідравлічні іспити повинні проводитися спочатку спробним, а потім робочим тиском, зазначеним у кресленнях.

Не допускається підвищувати тиск вище, чим зазначений у технічних умовах.

При досягненні тиску 1 кг/см подальше підвищення тиску повинно виконуватися ступінями - 30, 75 і 100% від випробувального тиску при гідравлічних випробуваннях.

При пневматичних випробуваннях підвищення тиску повинно виконуватися по ступінях - 5 кгс/см , 20 кгс/см , 100 кгс/см , 150 кгс/см , 200 кгс/см і далі через кожні 100 кгс/см .

При досягненні рівня тиску на кожній ступіні повинна бути зроблена витримка не менш 2 хвилин на проміжних ступінях і не менш 10 хвилин на останній.

Після витримки тиску на останній ступіні він знижується до робочого і виконується візуальний огляд систем (виробів).

Зниження тиску після випробувань треба робити по ступінях у послідовності, зворотній випробуванню.

9. При виявленні пропуску в з'єднаннях труб або зварних швів тиск у випробовуваному виробі треба знизити до атмосферного і тільки після цього усувати дефекти. Підтягування гайок ущільнювальних з'єднань на трубопроводах і виробках, що знаходяться під гідравлічним і повітряним тиском, не допускається.

При випробуваннях виробів у спеціальній ванні, заповненій водою, не дозволяється виймати вироби з ванни, до випуску з них всього повітря через випускний клапан.

10. Під час гідравлічних випробувань труб, арматури й інших подібних виробів на ділянках гідравліки (під час підняття і витримки тиску) дозволяється знаходитися тільки за захисним огородженням.

11. Під час проведення випробувань не допускається присутність сторонніх осіб.

12. Проведення двох або більш випробувань одночасно випробувачами на одній ділянці не дозволяється, якщо на ділянці не зроблені захисні розділяючі перегородки.

13. Під час випробувань не слід:

вносити зміни в технологічний процес випробувань;

відключати сигналізацію і блокувальні пристрої;

- входити в захисний пристрій без попередньої витримки виробу під тиском протягом часу, зазначеного в кресленні, або зниження тиску у випробовуваному виробі до нуля.

14. Перед підготовкою до повітряних випробувань виробів, деталей і конструкцій необхідно перевірити, чи пройшли вони гідравлічні випробування на міцність.

15. В окремих випадках випробування деяких виробів і конструкцій на міцність можуть бути допущені тільки з повітряним тиском, про що повинна бути зроблена вказівка в технологічному процесі або в програмі випробувань.

16. Під час проведення випробувань гідравлічним або повітряним тиском на випробувальних установках і стендах потрібно виконувати інструкцію з експлуатації для даної випробувальної установки або стенда.

17. Перед гідравлічним випробуванням трубопроводів на судні слід вивчити розташування арматури і заглушок.

18. Гідравлічні випробування суднових систем, трубопроводів і виробів на судні дозволяється робити тільки після закінчення всіх зварювальних робіт на них і остаточного закріплення опор і підвісок.

19. Під час випробувань гідравлічним і повітряним тиском систем і окремих трубопроводів у суднових приміщеннях необхідно видалити всіх сторонніх із траси трубопроводу і на період випробування не допускати виконання інших робіт у цих приміщеннях. По трубопроводу виставити аншлаги «Під тиском», «Йдуть випробування» і інші.

Роботу з випробувань слід виконувати вдвох. Один з випробувачів призначається керівником робіт старшим.

20. З метою запобігання розморожування систем і трубопроводів, гідравлічні випробування роблять тільки при позитивній температурі навколишнього середовища.

21. При підготовці відсіків і інших корпусних конструкцій до випробувань гідравлічним або повітряним тиском слід попередньо оглянути їх і переконатися, що з усіх боків (по контуру) забезпечений вільний доступ, сторонні предмети вилучені, а випробовувана конструкція і шкали вимірювальних приладів добре освітлені.

Для конструкцій, висота яких більш 2 м, повинні бути встановлені підмости або риштування з поручнями.

22. При іспитах окремих конструкцій в цеху випробовувані суднові конструкції (секції, блоки, відсіки, цистерни й інші) повинні бути встановлені в положення, зручне для проведення випробувань, і надійно закріплені.

23. Перед закриттям конструкції для випробування в суднових умовах варто перевірити відсутність людей у даних конструкціях і їх чистоту (відсутність сміття, ганчірок, розчинників і т.п).

24. Якщо в конструкціях, що підлягають випробуванню, або сусідніх з ними приміщеннях знаходилося пальне (мазут, соляр, гас, мастило і т.д), перед

випробуванням воно повинно бути вилучено, а конструкції пропарені і провентильовані. Недотримання цієї вимоги може спричинити пожежу або вибух конструкції при виправленні дефектів за допомогою електрозварювання.

25. Двері, кришки, горловини й інші подібні пристрої повинні бути закриті на всі задраювання і болти.

При неповній кількості кріпильних деталей на люках, кришках, заглушках і при наявності яких-небудь несправностей проводити випробування не дозволяється.

26. Під час перебування конструкції під тиском випробувачам не можна залишати своє робоче місце, виконувати роботи по усуненню дефектів і обстукувати конструкції.

27. Під конструкцією, де проводяться випробування, не повинні працювати робітники інших спеціальностей, тому що падаючі вниз предмети або іскри розплавленого електрозварюванням металу можуть привести до нещасного випадку.

28. Перед усуненням дефектів у випробовуваних конструкціях треба знизити тиск до атмосферного і вжити заходів по виключенню запалення матеріалів по обидва боки випробовуваної конструкції й опіку людей.

29. При підготовці приміщень під випробування повітряним тиском слід звернути особливу увагу на неможливість відкриття люків, заглушок, дверей, арматури і т.п., сполучених з випробовуваним приміщенням.

30. Потрібно установити на випробовуваному приміщенні два манометри (один - робочий, другий - контрольний) з червоною рисою гранично припустимого тиску при даному випробуванні, а також виставити на приміщенні запобіжний клапан для захисту від перевищення граничного тиску.

31. Якщо джерело повітря може дати більший тиск, чим потрібно при даному випробуванні, слід установити редукційний клапан на трубопроводі подачі повітря в приміщення.
32. Треба попередити всіх працюючих про припинення робіт у суміжних приміщеннях і не допускати проходження сторонніх осіб через район випробувань.
33. На період випробувань слід обов'язково виставити огороження й аншлаги або включити світлову сигналізацію, попереджуючу про проведення випробувань.
34. Зниження тиску після випробувань треба робити по ступінях у послідовності, зворотній випробуванню.
35. Відключення світлової сигналізації і блокувальних пристроїв дозволяється робити тільки після закінчення випробувань і стравлення тиску до атмосферного.
36. Щоб уникнути одержання травм рук слід працювати в рукавицях.
37. Виконуючи роботи з виділенням пилу і відлітаючими частками, осколками, слід застосовувати засоби індивідуального захисту - окуляри, респіратори, захисні маски.
38. Для роботи в тісних і незручних місцях необхідно підбирати інструмент з урахуванням умов роботи (спеціальні ключі, струбцини, оправлення і так далі).
39. Не дозволяється скидати із судна відходи виробництва, матеріали, інструменти, пристосування та інше. Вони повинні опускатися способом, що виключає мимовільне падіння.
40. Засоби індивідуального захисту слід застосовувати тільки за прямим призначенням відповідно до інструкції з експлуатації.
41. Не допускається обдувати стисненим повітрям себе й інших робітників, устаткування, вироби, робоче місце.

42. Випробувачу не дозволяється підмінювати стропальника, такелажника, подавати команду крановику, якщо він не має дозволу на виконання таких робіт. Не допускається стояти і проходити під піднятим вантажем. Слід реагувати на сигнали стропальників і крановиків.

43. Працюючи поблизу від електрозварника, необхідно вжити заходів з огороження щитами або ширмами місця роботи.

44. Роботу в замкнутих і важкодоступних приміщеннях дозволяється робити при наявності посвідчення, наряду-допуску, дозволу майстра й у присутності спостерігача. Перед початком роботи в замкнутих і важкодоступних приміщеннях необхідно перевірити наявність вентиляції, технологічних вирізів, передбачених кресленням. Не дозволяється вводити в лазові люки вентиляційні шланги, переносні світильники, кабелі, повітряні шланги.

45. При виконанні робіт у замкнутих і важкодоступних приміщеннях слід використовувати запобіжний пояс і трос, вільний кінець якого повинен бути у спостерігача. До початку робіт у замкнутих і важкодоступних приміщеннях необхідно:

забезпечити можливість вільного і безпечного виходу з приміщення;

від'єднати або спорожнити труби, що відкриваються в приміщення;

зупинити і виключити можливість роботи всіх частин механізмів, що рухаються, і устаткування в приміщенні.

46. Не дозволяється ходити по набору суднових конструкцій. Для проходу по ним повинні влаштовуватися міцно скріплені з набором щити з огороженнями.

47. При роботі на висоті не дозволяється нічого кидати вниз, залишати незакріплених предметів (інструмента, деталей, матеріалів), тому що випадково упалі предмети можуть привести до нещасного випадку.

48. При роботі на невеликій висоті слід використовувати міцні столи з товщиною дошок не менш 50 мм.

Використання випадкових дошок і шухляд не дозволяється.

49. Користуватися переносними драбинами слід тільки інвентарними. Довжина драбин не повинна перевищувати 5 м.

50. Переносні драбини дозволяється застосовувати у будівництві і ремонті суден на стапелі за умови прикріплення верха і низу до міцних конструкцій.

51. Під час проведення випробувань трубопроводів на щільність необхідно простежити, щоб були відкриті всі двері, люки, горловини приміщень, у яких проходять випробувані труби, у районі проходження трас не повинно бути людей.

52. Після закінчення випробувань необхідно:

злити воду з відсіків і виробів, випробовуваних наливом води;

знижити тиск у відсіках або виробках, випробовуваних повітрям, до атмосферного;

переконатися, що всі вентиля системи випробувального стенда, крім арматури зливу рідин і збору повітря, знаходяться в положенні «закрито», а стрілки манометрів на нульовому розподілі шкали.

53. Перед розбиранням суднових систем і трубопроводів необхідно перевірити:

чи зупинені механізми, що обслуговують систему;

чи закриті клапани, клінкери, кінгстони, через які подається робоче середовище;

чи вилучені з труб, арматури і теплообмінних апаратів залишки робочого середовища;

чи промиті і нейтралізовані системи і трубопроводи, робочим середовищем яких були кислоти, луги або нафтопродукти. Не дозволяється виконувати розбирання систем і трубопроводів з трапів, драбин.

3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

По закінченні роботи необхідно:

1. Вжити заходів до зливу води з відсіків і виробів, випробовуваних наливом води.

2. Знизити тиск у відсіках або виробках, випробовуваних повітряним тиском, до атмосферного.
3. Переконатися, що всі вентиля систем випробувального стенда, крім арматури зливу рідини і скидання повітря, знаходяться в закритому положенні, а стрілки манометрів - на нульовому діленні шкали.
4. Прибрати оснащення, пристосування й інструменти, що застосовувалися в роботі. Перевірити наявність всіх інструментів, скласти їх в інструментальну шухляду, сумку або здати в інструментальну комору.
5. Очистити робоче місце від бруду, води і т.п. Не залишати незакріплених деталей механізмів, арматури, трубопроводів, переносних освітлювальних приладів, неприбраних обтиральних матеріалів. Переконатися, чи не залишився хто-небудь із працюючих у відсіках або цистернах.
6. Про замічені під час роботи недоліки, закінчення роботи і відхід повідомити керівнику робіт.
7. Зняти спецодяг, спецвзуття, засоби індивідуального захисту і прибрати у відведене місце для збереження, окреме від місця збереження повсякденного одягу й особистих речей. Прийняти душ і надягти повсякденний одяг.
8. При одержанні під час роботи навіть незначних травм або при нездужанні звернутися в медпункт із метою запобігання можливих захворювань або ускладнень.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пакувальні матеріали та їх фізико-хімічні властивості: підручник / А. І. Соколенко, В. С. Костюк, К. В. Васильківський та ін. ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : Кондор, 2015. — 396 с.
2. Процеси та апарати ресурсозберігаючих технологій переробки упаковки [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. напряму підготов. 6.050502 "Інженерна механіка" проф. спрям. "Машини і ресурсозберігаючі технології переробки упаковки" ден. форми навч. / уклад. В. С. Костюк. — К. : НУХТ, 2014. — 84 с
3. Якимчук, М В. Обладнання для переробки використаної упаковки: конспект лекцій для студ. спец. 6.090200 "Машини і технології переробки використаної упаковки" ден. форми навч. / М. В. Якимчук, А. П. Беспалько ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2009. — 78 с.
4. Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Коновалова Г.Н. Технологія та обладнання для переробки макулатури: навчальний посібник/ ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2010. – 98 с.: ил. 44. Ч. II.
5. Ванчаков М.В., Кулешов А.В., Коновалова Г.Н. Технологія та обладнання для переробки макулатури: навчальний посібник/ ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб., 2010. -82 с. : ил. 44. Ч. II.
6. Ванчаков М. В., Кишко А.В. Теорія та конструкція обладнання для підготовки макулатурної маси: навчальний посібник/ СПбГТУРП. –СПб., 2003.-104 с.
7. Ванчаков М.В., Дубовый В.К., Кулешов А.В., Коновалова Г.Н., Технологія та обладнання для переробки макулатури: посібник – 2 видання./СПбГТУ РП, - 2011, с. 37-61.
8. Вивчення сезонних коливань складу побутових відходів в залежності від соціально-економічних індикаторів для моделювання систем управління. Проміжний звіт про хід виконання проекту в Україні за період: грудень 2009 – грудень 2010 р., - Київ, 2010 г. – 29 с.

9. Вилсон Д. С., Пау С., Рид А., Колганов Д. П. Вдосконалення системи управління відходами / ТБО: Научно-практичний журнал. – 2006. - №8. –С. 45-51.
10. Гаузе А.А., Гончаров В.Н., Кугушев І.Д. Обладнання для підготовки паперової маси: підручник для ВНЗ. – М.: Екологія, 1992. – 352 с.
11. Гриценко А.В., Горох Н.П., Внукова Н.В., Коринько І.В., Туренко А.Н., Шубов Л.Я. Технологічні основи промислової переробки відходів мегаполіса: Учбова допомога. – Харків: ХНАДУ, 2005. – 340 с.
12. Дулькін Д. А., Спірідонов В.А., Комаров В.І. Сучасний стан та перспективи використання вторинного волокна з макулатури у світовій та вітчизняній індустрії паперу. – Архангельск: Вид-во АГТУ, 2007. – 118 с.
13. Іванов С.Н. Технологія паперу. Вид. 2-е, переробка. – М.: «Лісна промисловість», 1970, с. 591 – 596.
14. Іванова Ю. В. Стан і проблеми утилізації і видалення побутових і промислових відходів в Україні і країнах ЄС / Ю. В. Іванова, Н. І. Муратова // Наукова-технічна інформація. —2015. — № 2 (64). — С. 46–52.
15. Ільїн В. Я. Машини та обладнання для переробки паперу та картону: Підручник для технікумів. – М.: Лісова промисловість, 1988. – 200 с.
16. Касімов А.М., Семенов В.Т., Щербань Н.Г., Мясоедов В.В. – Харків: ХНАГХ, 2008. – 510 с. // Сучасні проблеми та рішення в системі управління небезпечними відходами.
17. Оспіщев В.І., Пруненко Д.А., Зорина В.Н., Овчаров А.Н., Ісланкіна І.А., Анісімова А.Г., Фактори, які впливають на збір та утилізацію відходів // Науково-технічний збірник збірник «Комунальне господарство міст». – 2003. – Вип. 52. – С. 51-55.
18. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу та картону: Навчальний посібник для ВНЗ. – Київ: ЕКМО, 2002. – 396 с.
19. Примаков С.П., Барбаш В.А., Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. – Київ: «ЕКМО», 2002, с. 205-250.

20. Радовенчик В.М., Гомеля М.Д. Тверді відходи, збір переробка, складування: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2010. – 552 с.
21. Ринок та проблеми відношення з відходами. Експрес-аналіз. – К.: DECPM Group, 2010. – 24 с.
22. Розпорядження від 3 січня 2013 р. №22 «Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми поводження з відходами на 2013-2020 рр.
23. Системи поводження з твердими побутовими відходами в українських містах, роль міського населення в роздільному збиранні сміття та рекомендації для органів місцевого самоврядування». – Київ: ПРООН/МПВСР, 2011.
24. Смоляницький Б. З. Переробка макулатури. – М.: Лісова промисловість, 1980. -176 с.
25. Технологія целюлозно-паперового виробництва. В 3 т. Т.І. Сировина та виробництво напівфабрикатів. – СПб.: Політехніка, 2004. – с. 250-305.
26. Утилізація упакувань: Практикум з навчальної дисципліни [Електронний ресурс]: навч. Посіб. Для студентів, які навчаються за програмою підготовки магістрів з галузі знань 13 – Механічна інженерія; за спеціальністю 131 – «Прикладна механіка», спеціалізація – «Інжиниринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Т.Б. Шилович, Сімончук Є.П. – Електронні текстові данні (1 файл: 2, 16 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 36 с.
27. Фляте Д. М, Властивості паперу. – Вид. 4-е, вип та доп. – СПб.: НПО «Мир та сім'я – 95», 1999. – 384 с.
28. Костюк, В. С. Фізико-хімічні властивості пакувальних матеріалів: курс лекцій для студ. спец. 6.090200 "Машини і технології переробки використаної упаковки", "Машини і технологія пакування" ден. форми навч. / В. С. Костюк ; Нац. ун-т харч. технол. — К. : НУХТ, 2009. — 182 с.

29. Джигирей, В С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища [Текст]: Навч. посібник / В. С. Джигирей. — К.: Знання, 2000. — 203 с.

ДОДАТОК 1

Оцінка екологічних аспектів

Огляд введеної сировини та енергії, а також виробленої продукції, залишків, які підлягають подальшому використанню, а також основних скидів (викидів, відходів тощо) паперових заводів, що переробляють макулатуру, представлений на рисунку 8.1.1. Наявність деяких речовин в основному залежить від типу виробленого паперу та його властивостей, а також типу енергії, що постачається, адже, рис. 8.1.1, узагальнена циркуляція.

Як показано на рис. 1, сировина для виробництва вторинного паперу в основному включає макулатуру, воду та певні хімічні добавки. Велика кількість води використовується у вигляді циркулюючої води та води для охолодження. Різні добавки, що використовуються у виробництві паперу, - це хімічні речовини для поліпшення протікання процесів та заходи щодо поліпшення властивостей виробів (допоміжні речовини).

Вплив заводів для переробки макулатури на довкілля в основному включає викиди у воду, виробництво твердих відходів та викиди в атмосферу, в першу чергу пов'язані з виробництвом енергії шляхом спалювання викопного палива. Якщо методи нейтралізації використовуються для зменшення викидів, це може мати вплив на процеси та навколишнє середовище. У цій главі наведено кількісні дані щодо рівня споживання та викидів для різних типів заводів з переробки макулатури. На початку подаються загальні дані про рівень введення/виведення для системи масової підготовки та всієї паперової фабрики (розглядається як "чорна скринька").

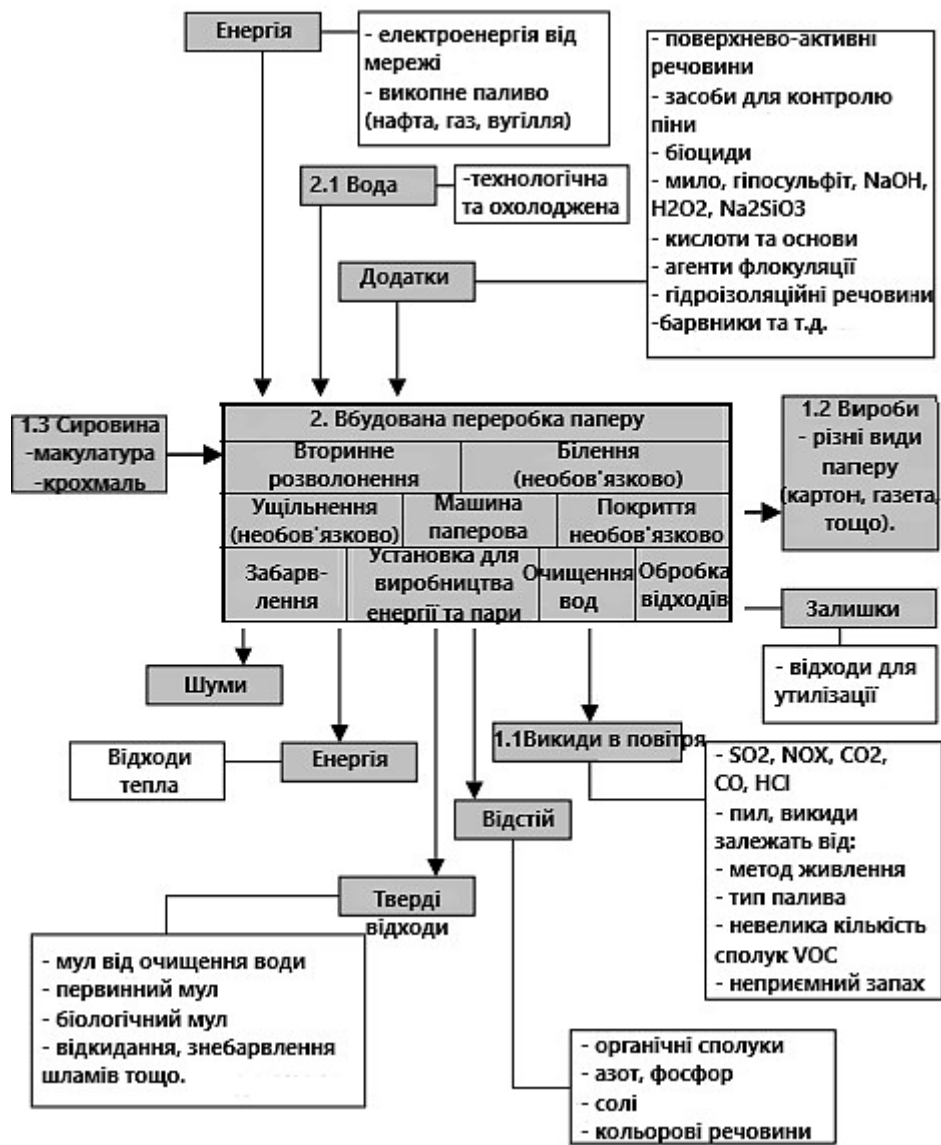


Рис. 1 Масова циркуляція при переробці паперових відходів

Процес виготовлення паперу на заводі з переробки макулатури можна розділити на три частини: підготовка маси - система подачі паперової машини - поліпшення властивостей виробленого паперу. Приготування целюлози та паперова машина тісно пов'язані між собою системою циркуляції води. У таблиці 8.1.1 наведено огляд основної використовуваної сировини та викидів під час підготовки вторинного паперу при виробництві основних видів паперу, що виробляються в Україні. Дані, зведені в таблиці, стосуються лише масової підготовки, тобто паперова машина не вмикається. Водні контури - виняток, оскільки цикли між масовою підготовкою та паперовою машиною зазвичай з'єднуються між собою.

Хоча майже всі європейські заводи є інтегрованими – за винятком декількох заводів, що виробляють суто макулатурну масу – важливо підкреслити, що інтегровані заводи часто лише частково інтегровані, тобто придбане волокно може бути частиною волоконного матеріалу. На паперових заводах часто виготовляють вироби з паперу, що складаються з суміші різних типів волокон. Розшифрування абревіатур до табл. 1:

- ХСК (Хімічне споживання кисню) – це показник міри, кількості кисню, який може споживатися під час реакції, у вимірному розчині.
- АОГ (абсорбування органічних галогенідів) – це міра органічного галогенного навантаження на місці відбору проб, ця процедура вимірює хлор, бром та йод, як еквівалентні галогени.

Відходи від переробки макулатури

При виробництві різних видів паперу, таких як "коричневий" пакувальний папір або "білий" друкарський папір, використовуються різні кількості та різновиди вторинних волокон. Для виробництва однієї тонни паперу від макулатури використовується від 1100 кг (папір для гофрованого шару картону) до 2000 кг (гігієнічна тканина та папір друкарський). Невеликі типи макулатури зазвичай використовуються для виробництва продукції з меншими вимогами, тоді як кращі сорти використовуються для виробів з більш високими вимогами.

На європейському ринку існує багато різних видів макулатури, які, як правило, класифікуються за походженням, якістю та використанням.

Таблиця 1

Споживання сировини та викиди у воду, відходи	Пакувальні папери	Газетний папір	Паперова продукція LWC / SC	Гігієнічний папір та макулатурна маса
Тип макулатури (залежить від наявності та ціни макулатури та якості кінцевого продукту)	Сортувальна змішана макулатура та картон, макулатура з універмагів	Макулатура, придатна для знебарвлення (газети та журнали 50:50)	Макулатура, придатна для знебарвлення (газети та журнали 50:50)	Макулатура, придатна для знебарвлення (газети та журнали 50:50); офісна макулатура з паперу
Споживання енергії: теплової електроенергії (наприклад, пари)	150- 250 кВт/год 0 МДж/год	300-420 кВт/год 450-900 МДж/год	400-500 кВт/год 650-1100 МДж/год	400-500кВт/год 650-1100 МДж/год
Хімічні етапи: розволокнення	Біоцид	0,5-1,0% H ₂ O ₂ 0,5-1,0% NaOH 1-2% Na ₂ SiO ₃	0,5-1,0% H ₂ O ₂ 0,5-1,2% NaOH 1-2% Na ₂ SiO ₃	0,0-1,0% H ₂ O ₂
Флотація 1	-----	0,3-0,6% мила	0,3-0,6% мила	0,3-0,6% мила
Флотація 2	-----	0,2-0,4% мила (NaOH+жирні кислоти)	0,2-0,4% мила (NaOH+жирні кислоти)	-----
Фарбування	-----	1-2% H ₂ O ₂ 0,5-1,2% NaOH 1-1,8% Na ₂ SiO ₃ 0,4-1% бісульфіту до 0,2% NaOH	1-2,5% H ₂ O ₂ 0,5-1,5% NaOH 1-2% Na ₂ SiO ₃ 0,4-1% бісульфіту до 0,2% NaOH	1-2% H ₂ O ₂ 0,5-1,2% NaOH 1-1,8% Na ₂ SiO ₃ 0,4-1% бісульфіту до 0,2% NaOH
Флокулянти, що використовуються для очищення циркулюючих вод та	0 кг/год (внутрішнє освітлення в циклі паперової машини)	засоби для флокуляції: 0,5-1 кг/год	засоби для флокуляції: 1,6-2,6 кг/год, флокулянти: 1,5-	засоби для флокуляції: 1,8-2,8 кг/год

осаду	- біла вода)		2,5 кг/год	
Стічні води	0-4 /год	8-16 /год	8-16 /год	8-16 /год
Викиди перед біологічною очисною станцією	ХСК: 27-36 кг/ (6750-9000 мг/л) АОГ: <4 г/ (= 1 мг / л)	ХСК: 17-27 кг/год (1700-2700 мг/л) АОГ: <10 г/год (= 1 мг/л)	ХСК: 17-27 кг /год (1700-2700 мг/л) АОГ: <10 г/ (= 1 мг/л)	ХСК: 26-35 кг/ (2600-3500 мг/л) АОГ: <10 г/год (= 1 мг/л)
Відходи: постійні вміст речовини органічний	50-100 кг/год 70-80%	20% втрат 170-190 кг/год 35-45%	35% втрат 450-550 кг/год 45-55%	500-600 кг/год 40-50%

Класифікації в різних країнах, по-різному. Відповідно до європейської класифікації типових макулатурних матеріалів, вона орієнтовно поділяється на чотири групи, що відповідають звичайним, середнім, кращим і міцним сортам. Звичайні сорти паперових відходів містять більше домішок і повинні бути більш інтенсивно очищені, ніж краще очищені сорти, щоб відповідати вимогам продукту. Кращі сорти в основному використовуються для виготовлення графічного паперу і паперу для документів та мають два основних недоліки: кращі сорти зазвичай набагато дорожчі та можуть бути недоступні постійно у достатній кількості. Оскільки стабільність якості масової суспензії є дуже важливою, кількісні та якісні зміни вмісту домішок повинні бути якомога меншими. Тому методи отримання та сортування макулатури на якнайшвидшому етапі можуть бути важливішими, ніж зусилля щодо розробки нових процесів переробки. Окрім способу придбання, походження вторинних волокон має значний вплив на якість м'якоті. Можна виділити такі типи макулатури: "зібрана макулатура" з будинків та ринків, тобто коробки з гофрованого картону, газет та журналів, "промислова

макулатура", включаючи вирізи та відходи, що накопичуються у принтерах, фабриках пакування та пакувальних матеріалів, та "напівпромислові макулатури", отримані із супермаркетів, великих магазинів та офісів.

Відсоток забруднень у макулатурі збільшиться внаслідок постійного зростання переробки макулатури. Цей ефект буде посилений за рахунок збільшення споживання наповнювачів у виробництві паперу. Як правило, очікується, що кількість домішок у макулатурі збільшиться, що, в свою чергу, призводить до збільшення кількості очищення та відбілювання. Це також призведе до збільшення кількості твердих відходів на переробних підприємствах макулатури.

Споживання води під час переробки паперу

Заводи паперу та картону зазвичай споживають велику кількість води. З іншого боку, значна частина води повторно використовується на більшості паперових виробництвах, тому одинична кількість споживаної води на паперових виробництвах, що базуються на інтегрованому підприємстві, зменшилась за останні двадцять років. В Україні використовують, як поверхневі, так і ґрунтові води. Залежно від типу виробленого паперу, вода повинна бути попередньо очищена, щоб відповідати вимогам, встановленим для технологічної води. При необхідності залізо, марганець, а іноді водорості та суспензія повинні бути видалені фільтрами флокуляції, або піском. Вода знаходить різноманітне використання в процесі виготовлення паперу, а саме як технологічна вода, охолоджуюча вода і як живильна вода для котлів. Як показано на рис. 8.2.1.1., у процесі виробництва вода переробляється кілька разів. Усі паперові та картонні фабрики переробляють воду, розділену на ситовій ділянці (біла вода). Біла вода переробляється без очищення як розчинник до змішувального резервуара, або після обробки у волоконних витяжках повторно використовується там, де вода повинна відповідати більш високим вимогам якості. Надлишок води з волоконних витяжок у системі масової підготовки відводиться для підтримки водного балансу та видалення

небажаних речовин, які не повинні потрапляти в систему масового подачі паперової машини.

Досягнута швидкість переробки води залежить від вимог до якості виробництва та якості очищеної технологічної води / каналізації. Крім того, якість конструкції водяного контуру має великий вплив на межу води, яку можна переробляти без шкоди для процесу та якості продукції.

У таблиці 1. наведено конкретні витрати води на різних заводах з переробки макулатури.

Використання хімічних добавок при переробці макулатури

У процесі виготовлення паперу та картону використовуються різні добавки для поліпшення властивостей продукту. Кількість та тип доповнень змінюються залежно від типу встановленого паперу та обладнання. Добавки, що використовуються в паперовій промисловості, можна розділити на ті, які використовуються для оптимізації конкретних властивостей виробів відповідно до вимог одержувача та добавок, необхідних у процесі. Останні полегшують операції з виготовлення паперу, впорядковують процеси. Приклади найважливіших добавок та їх використання наведені в таблиці 2.

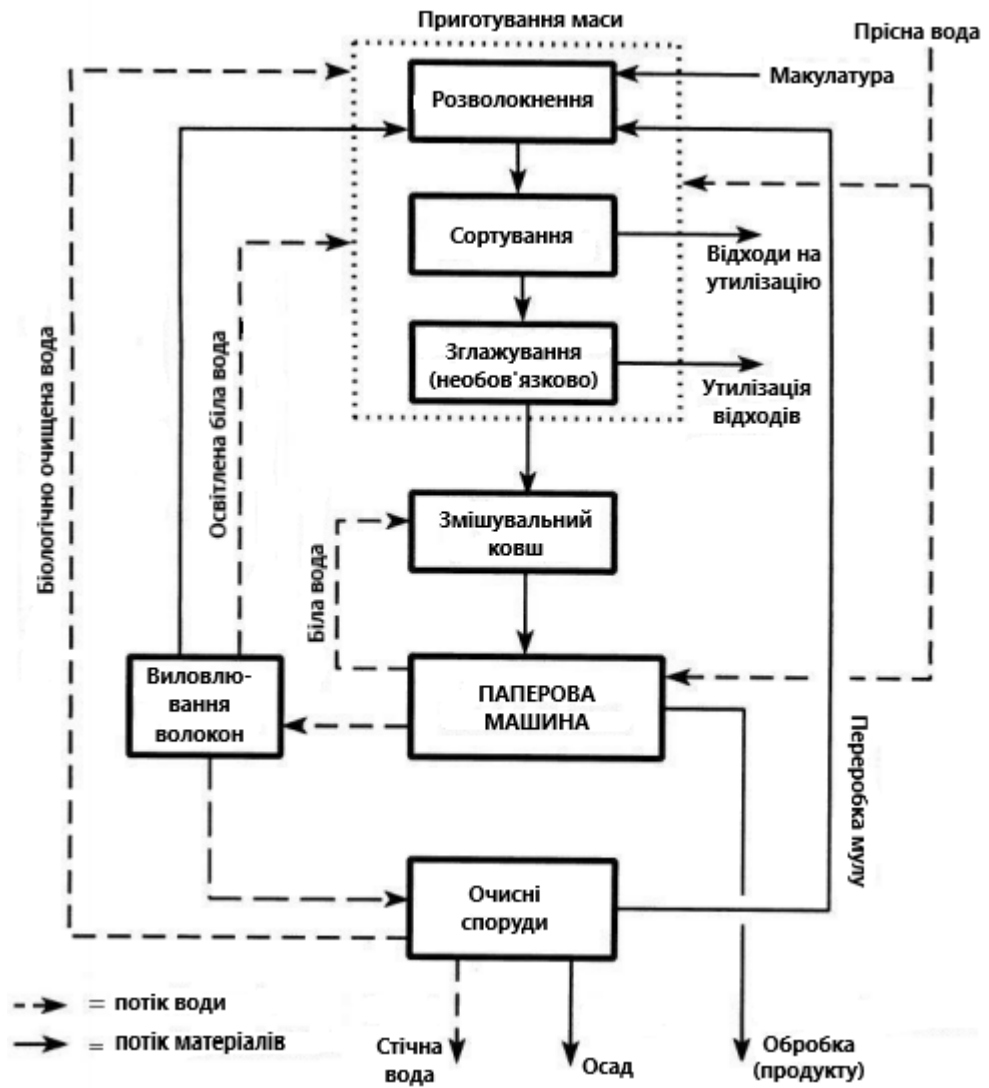


Рис. 2. Основна схема процесу підготовки макулатури, для паперу та картону

Таблиця 2.

Процес	Одинична витрата води
Картон без покриття	2-10
Картонна коробка з покриттям	7 – 15
Гофрований і обгортковий папір	1,5 – 10
Газетний папір	10 – 20
Гігієнічний папір	5 – 100
Папір для друку та писання	7 – 20

Якщо добавки використовуються відповідно до настанов, вони не

повинні суттєво негативно впливати на ефективність очисних споруд. Раптові зміни навантаження, спричинені очищенням системи або періодичним регулюванням добавки внаслідок вимог до продукту, можуть негативно вплинути на ефективність очисних споруд. У таких випадках біомасі потрібен певний час для адаптації до присутності добавок у стічних водах. За цей обмежений час ефективність очисних споруд може бути нижчою, і можливо погіршити умови осідання мулу (збільшити показник об'єму шламу). Тому добавки слід дозувати обережно, точно так, як рекомендується. Це пояснює, як слід трактувати спостереження у правій колонці таблиці 2.

Таблиця 3

Засоби, що надають продукту специфічні властивості	Призначення використання	Приклади	Зауваження
Наповнювачі	поліпшення друку, непрозорості, гладкості та блиску заміна (економія) волокон	Каолін, тальк, карбонат кальцію, гіпс, діоксид титану	-----
Проклеювання	поліпшення якості поверхні гідрофобізація паперу	Модифіковані крохмалі, модифіковані природні смоли, воскові емульсії, синтетичні продукти, такі як алкалоїдні димери й полімери малеїнового ангідриду	Деякі можуть бути токсичними для бактерій, якщо є катіонними
Фіксатори	- покращують адсорбцію добавок на волокна	Сульфат алюмінію	Катіонні продукти, які можуть бути токсичними для бактерій
Обов'язкові заходи	- покращують міцні властивості в сухому стані	Модифікований крохмаль	Деякі можуть бути токсичними для бактерій, якщо є катіонними

Гідроізоляційні засоби	- покращують вологостійкі властивості	Мочевино-формальдегідні полімери, полімери меламін формальдегід, продукти конденсації епіхлоргідрину	Зазвичай токсичні для бактерій, деякі підвищують АОГ
Барвники	- надають колір паперу, або блідість	Азосполуки, четвертинні аміни	Важко видалити, деякі токсичні, можуть містити важкі метали
Оптичні підбілювачі	- робить папір більш білим	Хімічні речовини на основі: 4,4-діаміно стильбен-2,2 дисульфонової кислоти	Деякі катіонні речовини можуть бути токсичними
Хімічні речовини для покриття	- надають паперу особливих властивостей	Пігменти, в'язучі, гідроізоляційні речовини, мастила. Засоби проти піноутворення, засоби проти слизу	Сполучні речовини необхідно дестабілізувати перед змішуванням з іншими стічними водами, інакше вони можуть заважати проясненню
Заходи щодо утримання	утримання волокон, дрібної фракції та наповнювачів збільшення виробництва внаслідок покращеного водовідведення зменшення викидів забруднюючих речовин	Сульфат алюмінію, алюмінат натрію, продукти крохмалю, каучуку, аніонні поліакриламід, неіонні поліакриламід, катіонні полімери	В основному катіонні продукти
Хімічні речовини, що застосовуються для відбілювання	видалення чорнила з волокон відбілювання утримання частинок чорнила	NaOH, жирні кислоти, H ₂ O ₂ , гідросульфід натрію, силікат натрію, поверхнево-активні агенти	Осадження в остаточних відстійниках може погіршитися

Хелатуючі агенти	- видалення іонів металів шляхом утворення складних сполук для запобігання руйнування відбілюючих хімікатів	EDTA	Вони майже або не розкладаються зовсім
Поверхнево-активні агенти	очищення повсті, сита та обладнання очищення водяного контуру диспергування речовини	Кислі або лужні поверхнево-активні агенти	Можуть викликати флотацію осаду
Засоби проти піноутворення	-запобігання утворенню та розкладанню піни	жирні кислоти, похідні кислоти, вищі спирти, складні ефіри фосфорної кислоти, рослинні олійні продукти	Вони можуть зменшити подачу кисню на очисну споруду
Біоциди	- запобігають росту мікроорганізмів	Органічні сполуки бром, сполуки сірки або азоту, четвертинні аміни	Деякі містять АОГ, вони токсичні, якщо потрапляють до очисних споруд у більш високих концентраціях

Речовини, що використовуються для знебарвлення макулатури, наведені в таблиці 4. Хімічні речовини, які використовуються для знежирення, мають низьку спорідненість до целюлози і їх можна припустити, бо вони містяться в мулах, що зберігаються або спалюються.

Таблиця 4

Хімічна сполука	Витрата
Натрію гідроксид	10 – 20
Силікат натрію	20 – 30
Мило	5 – 8
Тальк	10 – 15
Перекис водню	5 – 25
Хелатуючий агент	2 – 3
Персульфат натрію	6 – 10
Сірчана кислота	8 – 10

Часто добавки, що підтримують технологічний процес, не споживаються повністю або не повністю зберігаються в паперовій павутині. Частина з них скидається з каналізацією. Надлишки добавок також скидаються з системи сортуванням віддачі та мулу. Деякі з цих добавок негативно впливають на роботу очисних споруд або на якість очищеної води, коли вони не розподіляються та не відокремлюються в очисних спорудах. У деяких державах органи, які займаються охороною вод вимагають ознайомлення з кількістю та типом використовуваних добавок. Наприклад, у Нідерландах фабрики повинні надати відповідну інформацію про властивості та склад використовуваних добавок. Потім ця інформація використовується в методології оцінки, яка визначає вплив добавок на водне середовище. Можна використовувати тільки добавки, які отримали позитивну оцінку або утримуються відповідною методикою.

Використання палива та енергії при переробці макулатури

Підприємствам, по-переробці паперу та картону потрібна значна кількість пари для нагрівання води, маси, повітря та хімікатів до температури, необхідної для процесу, і, перш за все, для висихання паперу. Крім того, значна кількість електроенергії потрібні для приводу машин, насосів, генерації вакууму, вентиляції та очищення стічних вод. На паперових виробництвах енергія є основною складовою експлуатаційних

витрат. Оскільки вторинні волокна вже пройшли через обладнання для підготовки целюлози при виробництві оригінального паперу, для волокна потрібно відносно менше енергії, ніж потрібно для розсіпання, і особливо для виробництва механічної целюлози. Наприклад, у Нідерландах середнє споживання електроенергії на обробку макулатури (без урахування різниці в одиниці споживання електроенергії між переробкою на знеструмлення та без знежирення) становить 322 кВт/год. Загальне питоме енергоспоживання досягає 10,9 ГДж/т для паперових виробництв, що не знебарвлюють, і 12,1 ГДж/т для знебарвлення паперових виробництв.

На паперових заводах зазвичай виробляють пар всередині заводу. При необхідності електроенергію можна придбати у мережі загального користування. Паперові комбінати зазвичай мають збалансований попит на пар і електроенергію, що робить об'єднання пар, пов'язаних з парою та електроенергією, звичайно. Теплоелектростанція задовольняє ці потреби завдяки одночасному виробництву електроенергії та корисного тепла (пари) і має набагато більшу загальну ефективність (80 - 95%) порівняно з "окремим виробництвом", тобто виробленням тепла та купівлею електроенергії (остання з ефективністю близько 40%). Теплоелектростанція на паперових заводах іноді, виходячи з потреби в теплі, виробляє більше електроенергії, ніж поточні потреби. Надлишок електроенергії може подаватися в загальнодоступну мережу.

У таблиці 5. нижче представлені деякі детальні дані щодо споживання енергії для приготування м'якоті з макулатури для виробництва гігієнічної тканини та газетного паперу. Усі дані стосуються сучасного обладнання та концепції системи масової підготовки до систем високої якості. Ці значення показують реальні приклади нещодавно побудованих систем масової підготовки. Зазвичай обрана концепція процесу дещо відрізняється у різних рослин. Однак основні компоненти системи потрібна на кожному заводі переробки макулатури. У зв'язку з цим вони можуть дати вказівку на ступінь попиту на енергоресурси, який можна очікувати для даного типу.

При порівнянні даних про споживання енергії слід враховувати такі аспекти:

- Ефективність процесу змінюється залежно від сировини.
- Країна та область, з якої отримують сировину, суттєво впливає на якість сировини.
- Через низьку якість макулатури деяким паперовим виробництвам необхідно вжити додаткових заходів у системі масової підготовки.
- Зазвичай при обговоренні споживання енергії включається базове обладнання, тобто насоси, мішалки не є частиною розглянутої системи. Ці "пасивні" компоненти процесу не покращують масової якості, але є важливими з точки зору попиту на енергію.
- Частка насосів і змішувачів у загальній встановленій потужності становить від 20 до 30%. З енергетичної точки зору, зменшення кількості насосів є важливим. На прикладі заводу газетних паперів, наведеного в таблиці 5., частка насосів у загальному споживанні енергії становить 30%.
- Периферійні підсистеми води, шлам та викиди, такі як дискові шнеки не включаються, оскільки вони не вважаються основним обладнанням. Потребу в енергії цих пристроїв слід додати до наданих номерів.
- Існує різниця між встановленою потужністю (основне обладнання) і середньою потребою в електроенергії, яка зараз використовується. Як правило, фактичне споживання електроенергії становить 70 - 75% від встановленої потужності. Ця різниця змінюється залежно від рівня процесу та постачальника обладнання.

Таблиця 5.

	Гігієнічний папір (200 т/д)	Газетний папір (1000 т/д)
Необроблений	Використані журнали або змішана офісна макулатура	Використані газети або журнали
Продуктивність	55 – 60%	80%

Загальне питоме споживання енергії (орієнтовно)	230 кВт/год	300 кВт/год
Загальне питоме споживання пари при низькому тиску	0,3 т(пари)/год	0,3 т(пари)/год
Одинична потреба в енергії для основних технологічних процесів		
Конвеєр подачі	1 кВт/год	0,4 кВт/год
Волокна з високою концентрацією	39 кВт/год (волокна з високою концентрацією, включаючи попереднє сортування)	16 кВт/год (барабан розволокнення)
Попереднє сортування	Не потрібно	18,5 кВт/год
Сортувальник середньої концентрації	Енергія накачування	Енергія накачування
Видалення піску (пісочниця)	Енергія накачування	Енергія накачування
Тонке сортування	17 кВт/год	22 кВт/год
Флотація 1	18 кВт/год	33 кВт/год
Промивання 1	8 кВт/год	Без промивання
Дисковий фільтр (ущільнення)	Не потрібне	1 кВт/год
Дисперсія (з ущільненням)	55 кВт/год	67 кВт/год
Флотація 2	5 кВт/год	19 кВт/год
Промивання 2	10 кВт/год	Без промивання
Насоси	Не охоплюється	91 кВт/год

У таблицях 6. наведені дані про енергоспоживання та енергетичний баланс заводу газетних паперів на 100% макулатури. Споживання енергії поділяється на тепло та електроенергію. Приклад стосується шведської паперової фабрики потужністю 500 000 т / рік виробництва газетного паперу. В принципі, витрата енергії на процес переробки макулатури залежить від конструкції, типу та кількості стадій процесу, необхідних для досягнення заданої якості продукції. Зокрема, збільшення білості та зменшення кількості плям пов'язане з більшим споживанням енергії. Наприклад, німецька газетна компанія, маючи можливість переробляти 1900т макулатури на день, повідомили про значне збільшення потреби в енергії внаслідок включення ступеня відбілювання пероксиду диспергатором та додатковою вторинною флотацією для отримання поліпшеного газетного паперу замість

стандартного.

Таблиця 6.

Процес	Технологічна пара (МДж/т)	Електроенергія (кВт/год)
Знебарвлення	200	175
Миття та сортування	0	50
Фарбування	0	75
Масова підготовка	0	235
Паперова машина	5300	350
Всього паперовий комбінат	5300	585
Очистка стічних вод	0	32
Питоме споживання енергії на 1т паперу	5500	917

У той час як в процесі стандартної масової знебарвлення витрачається близько 350 кВт/год і 250 т пари, для отримання високоякісної знебарвленої маси потрібно 420 кВт/год. Слід врахувати, що електроенергія, що купується, часто виробляється електростанціями з ефективністю близько 38%. Таким чином, для отримання закупленої електроенергії, необхідної для переробки макулатури (тобто 0,35 - 0,45 кВт/год), необхідне споживання первинної енергії між 1 і 1,3 кВт/год.

Викиди у воду при переробці макулатури

Викиди паперової промисловості, особливо тих, що скидаються з каналізацією, а також попиту на енергію та виробництва відходів, суворо залежать від вимог, встановлених до типу виробленого паперу, якості сировини (макулатури) та методи, що застосовуються для запобігання забрудненню. Використовувані доповнення, управління внутрішнім процесом та технічний стан установки також впливають на досягнутий рівень викидів.

Стічні води при переробці паперу в основному виникають під час масової обробки. Звичайна практика скидати стічні води в місцях, де циркулююча вода найбільш забруднена. Однак місця, де проводиться каналізація, у різних місцях різні. Циркулююча вода в основному забруднюється під час очищення, зневоднення та вилову волокон. Стічні води складаються з:

- Вода з процесу відділення домішок в сито відцентрових сортувальниках.
- Фільтрати з промивних фільтрів, ущільнювачів та обробки шламу.
- Надлишок циркулюючої води, залежно від швидкості її переробки.

Стічні води з української паперової промисловості значною мірою скидаються безпосередньо в поверхневі води - після механічної та біологічної обробки на місці або після механічної обробки для видалення суспензії вони скидаються на комунальну очисну стічну воду.

Таблиця 7.

Параметр	Відсутність знебарвлення		З допомогою фарбування	
	мг/л (min-max)	кг/год (min-max)	мг/л (min-max)	кг/год (min-max)
	1900	4,7	550	10
ХСК	3800 (570-9000)	9,4 (1,2 – 24)	1100 (440 – 1900)	20 (7 - 40)
Азот	16 (10-40)	0,05 (0,02–0,1)	20 (13 – 25)	0,35 (0,19–0,62)
Об'єм скидних стічних вод		5,5 (0,4 - 15,5) м3 / т		5,5 (0,4 - 15,5) м3 / т

У таблиці 7. узагальнені дані про середні значення викидів у воду лише після механічної обробки стічних вод з паперових заводів, що скидають стічні води на комунальні очисні споруди, та значення для біологічно очищених стічних вод на місці.

ХСК (Хімічне споживання кисню) – викиди ХСК виходять як із сировини, так і з добавок. Процеси фарбування та відбілювання виділяють велику кількість ХСК з макулатури. Дані про викиди ХСК від стічних вод

паперових заводів демонструють широкі зміни в залежності від ступеня очищення на момент вимірювання. Видалення та вирівнювання ХСК проводиться на комунальній очисній станції. Дані про викиди ХСК на виробництвах паперу та картону з біологічними очисними спорудами на місці показують незначні зміни. Коливання стосуються паперових заводів, на яких очисні споруди не працюють належним чином. Ці паперові комбінати розглядають питання модернізації очисних споруд. Викиди ХСК від фабрики, що знебарвлює макулатуру, вищі, ніж на заводі макулатури без знебарвлення. В останньому випадку значна кількість навантаження ХСК зберігається у продукті.