

Міністерство освіти і науки України
ДВНЗ «Національний гірничий університет»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проектування з дисципліни

***"АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАГАЛЬНОПРОМИСЛОВИХ УСТАНОВОК І
ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ"***

для студентів спеціальності 092203

Дніпропетровськ
2014

1. Мета автоматизації

Мета курсового проекту - розробка програмно-технічних засобів, методів, алгоритмів, систем управління і регулювання, що частково або повністю вивільнюють людину від безпосередньої участі в процесах отримання, перетворення, передачі і використання інформації, енергії або матеріалів. Мета автоматизації – підвищення продуктивності і ефективності праці, якості і конкурентоздатності продукції, оптимізація управління, відсторонення людини від робіт в тяжких і небезпечних умовах.

2. Вихідні дані для розв'язання задач автоматизації

Джерело інформації, яка необхідна для вирішення поставлених завдань - технологічна карта і технічні паспорти технологічного обладнання і устаткування. Технологічна карта містить дані щодо процесу обробки виробу, операцій і їх складових частин, матеріалів, сировини, виробничого устаткування і технологічних режимів, які необхідні для виготовлення виробу. Головні вихідні дані для автоматизації: фізичні параметри технологічного процесу (швидкість, момент, температура, тиск, вологість, щільність, концентрація речовини, витрати матеріалів, напруженість фізичного поля та ін.); діапазони змінення цих параметрів; рівні параметрів, які необхідно підтримувати; збурні діяння та діапазони їх змінення (температура навколишнього середовища, рівні електромагнітних завад, якість сировини); керуючі діяння від системи керування вищого рівня ієрархії та діапазони їх зміни; послідовність технологічних операцій; наявне технологічне устаткування, його технічні параметри; специфічні умови роботи обладнання (вибухонебезпечність, хімічна активність навколишнього середовища, неконтрольоване надходження вологи, підвищені рівні вібрації, тощо)

3. Ієрархія та структура АСУ ТП. Місце електропривода у складі АСУ ТП

Технологічний процес на підприємстві може бути розгалуженим і досить складним, тому для його автоматизації застосовують ієрархічні системи автоматизації. Якщо функції АСУ ТП обмежені одним механізмом, то вона локальна (наприклад, система безвартного порізу металу, яка керує рухомим упором ножиць обтискующего прокатного стану). У випадку, коли механізми, які управляються локальними системами тісно пов'язані між собою, для їх взаємної координації створюється вузлова АСУ. Нарешті, комплексні АСУ ТП керують технологічними лініями та комплексами.

У дипломному проекті розробляється локальна система автоматизації конкретної ділянки технологічного процесу. Причому виконавчим органом системи має бути саме регульований електропривод. Тобто система керування електроприводом внутрішня, інтегрована до системи керування технологічним

процесом. Вона виконує команди і реалізує закони управління, які формуються технологічною АСУ. Таким чином АСУ електропривода забезпечує автоматичне відпрацювання завдання, яке видає АСУ ТП, і контролює його виконання за допомогою зворотних зв'язків за моментом, струмом і швидкістю. Контроль за технологічними характеристиками даного механізму здійснює АСУ ТП.

4. Етапи проектування АСУ ТП

Етапність виконання проекту визначається переліком завдань, які необхідно розв'язати, і може мати наступний вигляд.

1. Збирання необхідних матеріалів та вихідних даних. Етап виконується під час переддипломної практики на підприємстві, яке є базою та місцем проходження практики. За технічною та технологічною документацією слід звертатися, перш за все, до керівника практики від підприємства, а також до технолога цеху або дільниці, керівника структурного підрозділу, до якого належить виробнича ділянка. У деяких випадках за направленням керівника практики від підприємства доцільно проконсультуватись з головним технологом.

2. Аналіз та складання технічного завдання на проектування. Задля виконання етапу необхідно ознайомитись з повним технологічним циклом підприємства та глибоко вивчити технологію ділянки, для якої проектується АСУ ТП. Слід ретельно проаналізувати технологічний процес, технічні дані устаткування, виявити слабкі ланки та можливості для покращання показників продукції (як технічні та технологічні, так і організаційні).

На цьому етапі необхідно обробити вихідні дані: задати технологічний процес (ТП) у стандартному вигляді, зручному для подальшої алгоритмізації (циклограми, діаграми або таблиці станів і переходів, структурні схеми із зазначенням потоків сировини, матеріалів, енергії, напівфабрикатів та готового продукту). Перелік пунктів технічного завдання на розробку системи автоматизації наведений у додатку А. Умовні графічні та літерні позначення, які застосовують у функціональних схемах технологічних процесів, містить додаток Б.

3. Ідентифікація технологічного об'єкта управління. Для визначення закону та розробки алгоритму управління слід створити математичну модель керованого об'єкта, тобто встановити його структуру та функціональні зв'язки між вхідними і вихідними координатами. Ідентифікація об'єкта виконується на основі логічного, термодинамічного, амплітудно-частотного або статистичного аналізу реакції об'єкта на вхідні діяння.

4. *Визначення закону та розробка алгоритму управління.* Мета функціонування АСУ ТП утілюється та задається розвинутою системою цільових функцій. Цільова функція керування - це формалізований вираз мети проведення технологічного процесу з урахуванням технологічних, фізичних, економічних, технічних та логічних обмежень. У загальному випадку цільова функція має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} F &= f(X, Y, Z, U, t) \rightarrow \text{extr}; \\ Z &= Z; \\ X_{\min} &\leq X \leq X_{\max}; \\ Y_{\min} &\leq Y \leq Y_{\max}; \\ T_{\min} &\leq t \leq T_{\max}, \end{aligned} \right\} \quad (\text{x.1})$$

F - показник, який узагальнено відображає кінцеву мету технологічного процесу; X , Y - координати технологічного процесу, які обмежені мінімальним та максимальним граничними значеннями; Z - координата технологічного процесу, яка обмежена одним граничним значенням (знизу чи зверху), або має підтримуватися на певному рівні; U - зовнішні координати (збурні діяння та сигнали, які надходять від системи керування вищого рівня ієрархії); $t = T_{\min} \dots T_{\max}$ - інтервал часу, на якому доцільно досягнути екстремуму функції F .

5. *Розробка структури та синтез АСУ ТП.* На основі даних, що отримані на попередніх етапах, визначеної мети і закону керування перш за все необхідно класифікувати АСУ ТП, що проектується, за загальноприйнятими класифікаційними ознаками:

- локальна АСУ ТП;
- централізована/розподілена АСУ ТП;
- слідкуюча/програмна/стабілізуюча АСУ ТП;
- система регулювання/пошуку/адаптивна;
- розімкнена/замкнена/комбінована АСУ ТП.

Після цього виконується синтез структури АСУ ТП, обираються критерії якості регулювання, бажані передатні функції контурів та визначаються типи і передатні функції регуляторів.

Далі обирається спосіб реалізації закону управління (функціональний, табличний, логіко-алгоритмічний, Z-перетворення або інший) і розробляється більш деталізований алгоритм управління.

6. *Вибір технічних засобів автоматизації.* На цьому етапі необхідно визначити мінімально необхідні технічні параметри засобів автоматизації (рівні вхідних та вихідних сигналів, точність їх подання; тип застосованого коду;

частота дискретизації та розрядність подання даних; об'єм апіорної та поточної технологічної інформації, що має зберігатися та передаватися; об'єм ПЗП та ОЗП; пропускні здатності каналів обміну; швидкодія і розрядність обчислювальних та логічних елементів і таке інше).

7. *Розробка програмного забезпечення.* Етап виконується із застосуванням сучасних інтегрованих інструментальних середовищ та систем автоматизації програмування. Можливий наступний склад програмного забезпечення АСУ ТП: операційна система ПЕОМ або Монітор центрального контролера; головна управляюча програма для ПЕОМ або центрального контролера, яка реалізує обраний закон управління та виконує допоміжні і сервісні функції;

8. *Моделювання роботи АСУ ТП.* На цьому етапі моделюється протікання технологічного процесу в цілому під керуванням розробленої системи автоматизації. Необхідно отримати графіки змінень керованих технологічних величин за різних рівнів збурних діянь, а також графіки, які характеризують роботу електроприводу у складі АСУ ТП (струм, момент та швидкість обертання двигуна). Моделювання виконується відомими методами для типових режимів (перехідних і сталих), номінальних, а також нетипових режимів, ймовірність яких досить велика (припинення подачі або зниження якості сировини, припинення відведення готового продукту або відходів, тощо).

9. *Аналіз роботи АСУ ТП.* Необхідно виконати детальний аналіз результатів моделювання і визначити, чи задовольняє робота спроектованої АСУ ТП поставленим вимогам за критеріями працездатності, продуктивності, точності, швидкодії, надійності та ін.

10. *Оптимізація законів та корекція алгоритмів управління.* У випадку, якщо робота спроектованої АСУ ТП не задовольняє поставленим вимогам, необхідно визначити та усунути причини, що призводять до цього. Причинами непрацездатності або незадовільної роботи цифрових систем частіше за все є помилки у розрахунку частоти дискретизації та розрядності подання даних, хибний закон або алгоритм керування. Після виправлення помилок та оптимізації у разі необхідності закону керування слід упевнитися, що обрані технічні засоби автоматизації здатні реалізувати нові алгоритми та режими роботи. Далі необхідно переробити програмне забезпечення обчислювального пристрою АСУ ТП і заново промоделювати роботу системи в цілому.

5. Технічна база автоматизації

Для автоматизації технологічних процесів і устаткування машинобудівних, металургійних, хімічних та гірничо-збагачувальних

підприємств слід обирати спеціалізовані комплектні технічні засоби, а саме програмовані логічні контролери фірм Siemens AG, Schneider Electric S.A. та ін. Використання на кожній ланці виробництва стандартних засобів із встановленими інтерфейсами і протоколами обміну дозволяє здійснити централізоване злагоджене у часі управління всією технологічною лінією на рівні підприємства або навіть об'єднання.

Технічною базою автоматизації досить простих закінчених технологічних процесів, автономних пристроїв і устаткування, що працює в специфічних умовах, повинні бути сучасні мікроелектронні прилади, мікроЕОМ і персональні електронні обчислювальні машини. Так, для автоматичного управління електроприводами транспортних засобів, кар'єрних екскаваторів, підземних видобувних комплексів і таке інше доцільно розробити управляючу мікроЕОМ на базі мікропроцесорної техніки. Як правило, слід орієнтуватися на перевірені технічні рішення, що завоювали світові ринки. Так, серед однокристальних мікроконтролерів найбільш поширені вироби фірм Intel Corporation, Microchip Technology, Motorola, Zilog, Atmel Corporation. Для реалізації логічних функцій найбільш придатні програмовані логічні матриці Altera. У разі використання для автоматизації технологічного процесу персональної ЕОМ слід спиратися на платформу IBM PC і операційні системи Windows 2000, Windows NT або Unix.

Під час вирішення завдань автоматизації необхідно звернути увагу на сумісність окремих технічних засобів між собою і з програмним забезпеченням. Так, слід узгодити рівні вхідних і вихідних сигналів датчиків і управляючих пристроїв, ув'язати інтерфейси і протоколи обміну. Програмні продукти на рівні монітору повинні ініціалізувати і обслуговувати апаратні компоненти за реальними фізичними адресами. Об'єм програмного забезпечення і моніторингу обмежений "метражем" відповідно постійної і оперативної пам'яті. У разі необхідності підвищення завадозахищеності ліній зв'язку між давачами та контролерами нижнього рівня слід розробити відповідні пристрої (аналогові або цифрові фільтри). Для реалізації складних алгоритмів цифрової обробки сигналів найбільш придатні спеціалізовані сигнальні процесори (наприклад, MCS-296), але можна використовувати мікропроцесори і мікроконтролери загального призначення або вільні ресурси керуючої ЕОМ.

6. Завдання до виконання курсового проекту.

Даний курсовий проект тематично пов'язаний з дипломним проектом. Тематика дипломного проекту вибирається спільно з керівником та затверджується приказом по кафедрі. Завдання курсового проекту полягає в розробці локальної системи автоматизації електропривода, що визначений у

дипломному проекті. У випадку, якщо тема дипломного проекту не визначена вчасно, або має науково-дослідну спрямованість, студент виконує курсовий проект за наступним завданням (варіант – відповідно до номеру в академічному журналі).

До змішувача 3М конвеєром К2 подається сировина та вода.

Конвеєр К2 завантажується за допомогою конвеєру К1 (з постійною витратою Q_{K1}), та двох бункерів Б1 і Б2. Витрати сировини з бункерів Q_{B1} і Q_{B2} залежать від рівнів їх заповнення.

Бункери періодично поповнюються сировиною з вагонеток.

Система автоматизації повинна забезпечити рівномірне завантаження конвеєра К2 таким чином: при збільшенні сумарних витрат сировини з бункерів слід підвищити швидкість, при зменшенні – знизити швидкість руху стрічки конвеєра. При цьому змінюється сумарна подача сировини до змішувача $Q_{\text{сум}}$ змінюється.

Величину $Q_{\text{сум}}$ слід розраховувати і змінювати подачу води таким чином, щоб відносна вологість сировини у змішувачі (співвідношення мас сировини та води) була незмінною. Подача води змінюється вентилем В. Сигнал на привод вентилля формує система автоматизації.

Система автоматизації регулює рух вагонеток за допомогою двокольорових світлофорів таким чином, щоб запобігти переповненню бункерів, та підтримувати годинну продуктивність конвеєра близькою до номінальної.

Система автоматизації має генерувати сигнали попередження у випадках: повного розвантаження будь-якого з бункерів;

припинення подачі сировини конвеєром К1;

Система автоматизації має забезпечити відпрацювання аварійних режимів у випадках:

розриву стрічок будь-якого з конвеєрів;

припинення подачі води;

повного припинення подачі сировини.

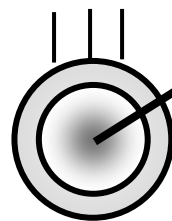
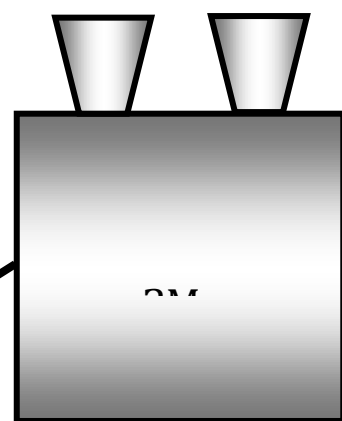
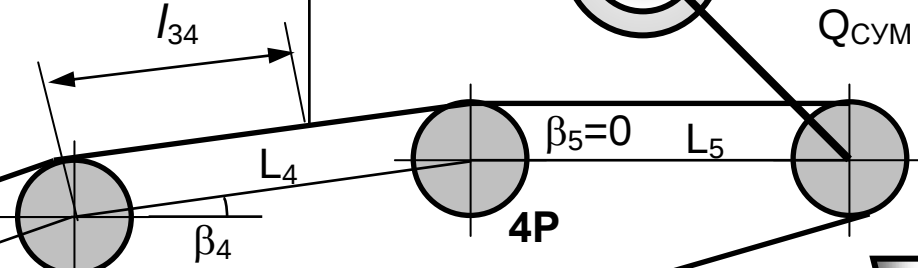
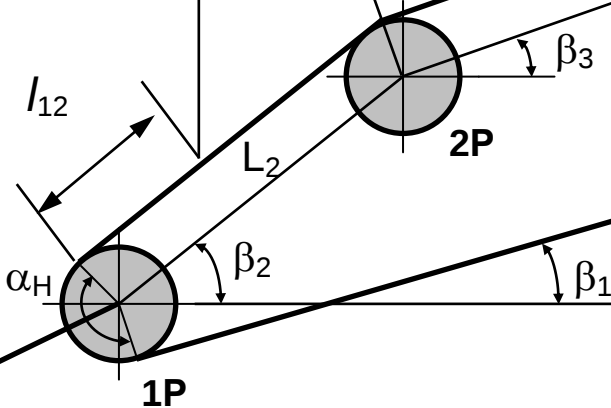
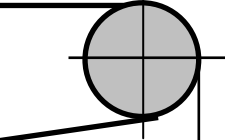
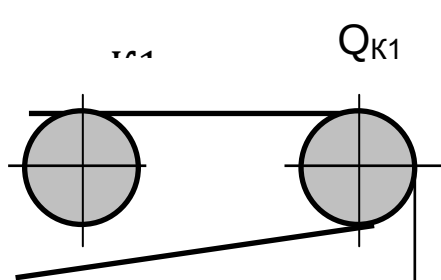
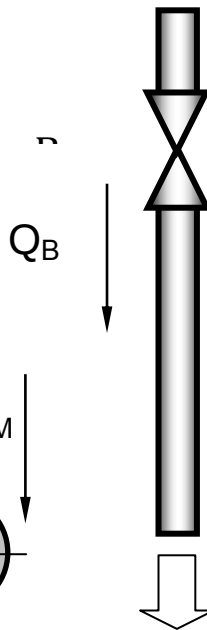
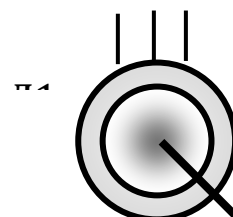
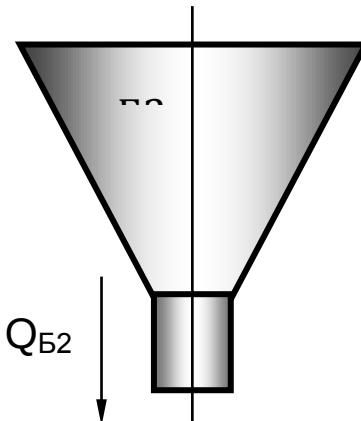
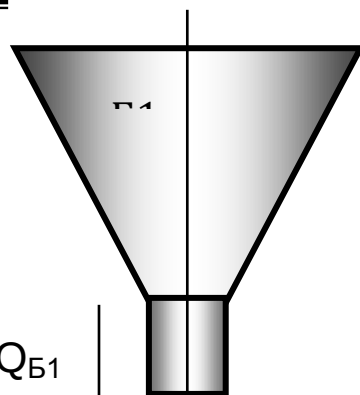
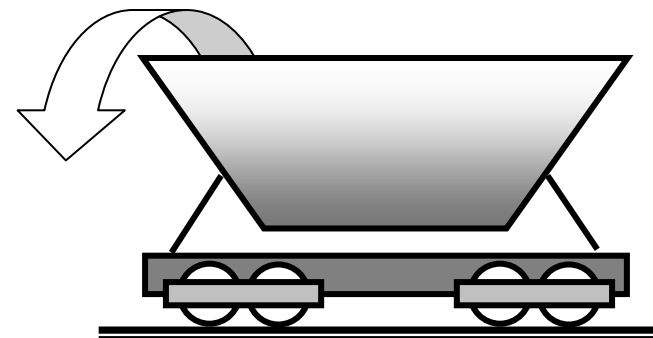
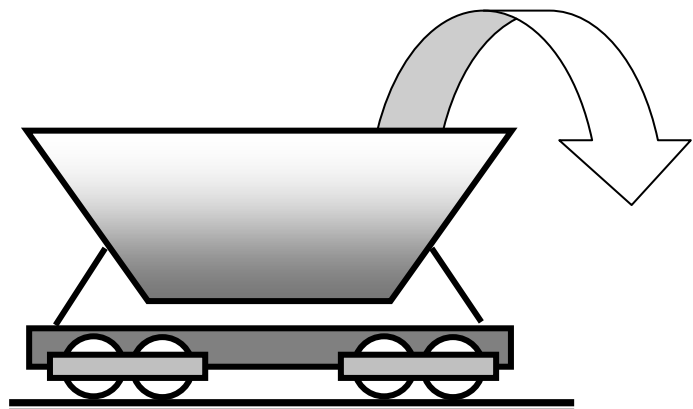
Вихідні дані:

Q - номінальна продуктивність роботи конвеєра К2 (номінальні годинні витрати сировини), т/год.;

ρ - щільність сировини, т/куб. м;

V_B об'єм бункера, % від номінальної годинної об'ємної витрати сировини;

V_B об'єм вагонетки, % від об'єму бункера;



$\Pi 7$

v

$\Pi 6$

годинні витрати сировини конвеєра K1, % від номінальної годинної витрати сировини Q;

границі зміни початкової відносної вологості сировини, %;

відносна вологість суміші, яка вимагається, %;

відстані місць завантаження конвеєру K2 від роликів опор, % від відповідних довжин ділянок стрічки конвеєра.

Вважати, що вагонетка розвантажується миттєво, і при цьому сировина розміщується в бункері рівномірно, без утворення насипного конусу.

1P, 2P, ..., 5P – роликові опори конвеєра;

Б1 – бункер 1;

Б2 – бункер 2;

В – вентиль регулювання подачі води;

Д1 – двигун приводу конвеєра 1;

Д2 – двигун приводу змішувача;

ЗМ – змішувач;

K1 – конвеєр 1;

K2 – конвеєр 2

ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ *)

Завдання на проектування систем автоматизації технологічних процесів складається генеральним проектувальником або замовником з участю спеціалізованої організації, якій доручається розробка проекту. {Завдання на виконання навчального проекту розробляється спільно студентом та керівником дипломного проектування з можливою участю керівника переддипломної практики від підприємства. Завдання оформлюється як окремий документ і поміщується додатком до дипломного проекту}.

Завдання на проектування повинне містити наступні дані:

- а) найменування підприємства і завдання проекту;
- б) підставу для проектування;
- в) перелік виробництв, цехів, устаткування, агрегатів, які охоплюються проектом систем автоматизації із зазначенням для кожного особливих умов у разі їх наявності (наприклад, клас вибухо- і пожежонебезпечності приміщень, наявність агресивного, вологого, запиленого середовища і т. ін.);
- г) стадійність проектування;
- д) вимоги до розробки варіантів технічного проекту;
- ж) строки будівництва і черговість введення до дії виробничих підрозділів підприємства {тільки для реальних проектів};
- з) найменування організацій, що беруть участь у розробці проекту підприємства (об'єкта) і систем автоматизації: генерального проектувальника, головного науково-дослідного інституту з проблем автоматизації, організацій – виконавців суміжних (будівничої, сантехнічної і т. ін.) частин проекту {для навчальних проектів цей пункт не застосовується};
- і) пропозиції щодо централізації управління технологічними процесами і структури управління об'єктом, щодо обсягів і рівня автоматизації;
- к) пропозиції щодо розміщення центральних і місцевих постів управління, щитів і пультів (диспетчерських, цехових, агрегатних і інших);
- л) особливі умови проектування.

Для виконання проектів систем автоматизації необхідні наступні вихідні дані і матеріали:

- а) технологічні схеми з характеристиками обладнання і комунікацій;
- б) перелік контрольованих і регулюємих параметрів з необхідними вимогами і характеристиками;
- в) креслення виробничих приміщень з розташуванням технологічного обладнання і комунікацій із зазначенням бажаних місць розташування щитів і пультів (плани та розрізи);
- г) креслення технологічного обладнання, на якому передбачається встановлення давачів, приладів і засобів автоматизації, перелік і характеристики приладів, що поставляються комплектно з обладнанням, або вже встановлені;

д) будівельні креслення приміщень для встановлення і розміщення технічних засобів систем автоматизації {дані використовуються для компонування обладнання};

ж) схеми водопостачання із зазначенням діаметра труб, тиску, температури і витрат води {ці дані необхідні тільки у випадку, якщо вони безпосередньо впливають на компонування або роботу електромеханічної частини АСУ ТП};

з) схеми повітропостачання із зазначенням тиску, температури, вологості і запиленості повітря, наявності пристроїв для очищення і осушення повітря {ці дані необхідні тільки у випадку, якщо вони безпосередньо впливають на компонування або роботу електромеханічної частини АСУ ТП};

і) дані, що необхідні для розрахунку регулюючих органів (вимоги до точності регулювання, статизму, якості перехідних процесів та ін.);

к) вимоги до надійності систем автоматизації;

л) результати науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, які містять рекомендації щодо проектування систем і засобів автоматизації; результати повинні містити математичний опис динамічних властивостей об'єкта управління. Якщо ці математичні залежності невідомі, то у завданні на проектування повинні бути наведені експериментальні часові або частотні характеристики, що отримані на дослідному або аналогічному діючому устаткуванні, які графічно відображають динамічні властивості об'єкта за кожним із каналів управління {для виконання навчальних проектів дані, на основі яких виконується ідентифікація об'єктів технологічного процесу, слід брати у довідниках та навчальних посібниках, зокрема з технології};

м) технічна документація з типових проектів і проектних рішень;

н) додаткові дані і матеріали, які можуть бути необхідними виконавцю в процесі проектування.

Примітка. Даний додаток рекомендований для формулювання завдання на розробку реальних проектів систем автоматизації технологічних процесів. Для проектів, що розроблюються з навчальною метою, не всі перелічені пункти є обов'язковими. У фігурних дужках наведені коментарі, що стосуються навчальних проектів.

ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ *)

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
L2, м	8	10	12	14	16	18	20	22	21	19	17	15	13	11	9	7
L3, м	20	25	20	25	30	25	30	25	30	35	30	25	20	25	20	15
L4, м	15	17	19	21	10	12	14	16	18	20	10	14	8	13	11	9
L5, м	10	9	8	7	8	9	10	11	12	13	14	12	11	10	7	8
b2, град	17	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20	21	22
b3, град	11	10	12	14	13	16	17	18	10	12	13	15	11	15	17	16
b4, град	6	7	8	9	7	11	10	12	5	7	9	10	4	8	11	10
b5, град	0	2	4	6	1	3	5	7	0	2	4	6	1	3	5	7
V _{max} , м/с	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,4	2,2	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
Q, т/год	50	70	100	125	150	250	180	120	90	80	170	260	420	330	240	160
a _п , м/с ²	0,26	0,28	0,3	0,32	0,34	0,36	0,38	0,4	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,27	0,25
m ₀ *, кг/м	3,7	4,2	4,6	5,5	5,9	9,6	8,9	7,4	6,1	7,5	9,2	11,1	11,9	13,8	11,5	9,3
Dp, м	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,3	0,25	0,2	0,16	0,2	0,25	0,3	0,4	0,3	0,25	0,2
Jp, кг*м ²	0,09	0,22	0,54	1,12	3,54	1,82	0,88	0,36	0,15	0,44	1,08	2,24	7,08	2,8	1,35	0,55
C, Н/м*10 ³	7,9	9,2	11,9	14,7	17,6	28,6	21,7	15,4	8,5	9,7	19,8	29,7	43,4	41,7	37,4	27,1
Кд, відн.од.	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,3	1,4	1,5

*)Номер варіанту – згідно з номером в академічному журналі